

# ETUDE COMPARATIVE DES PERFORMANCES DES SOCIETES DE CHEMINS DE FER \*

Henry-Jean GATHON

*University of British Columbia-Vancouver*

et

Sergio PERELMAN

*Université de Liège*

## Introduction

Le concept de performance pour une entreprise publique comme les compagnies de chemin de fer, se définit par sa capacité à se rapprocher des objectifs qui lui sont assignés par l'autorité de tutelle, le plus souvent l'Etat [voir Marchand et al. (1984)]. Ces objectifs sont allocatifs et concernent donc l'efficacité économique *sensu stricto* mais ils sont aussi macroéconomiques, financiers, redistributifs. Ce sont d'ailleurs souvent ces objectifs non allocatifs qui distinguent l'entreprise publique de l'entreprise privée. Le problème est de combiner ces objectifs multiples qui ne sont que rarement compatibles [Rees (1984)].

Pour mesurer la performance d'une entreprise publique, on devrait donc idéalement mettre sur pied un indicateur spécifique destiné à

---

\* Cet article est une version modifiée de l'étude présentée dans le cadre du 8<sup>e</sup> Congrès des Economistes belges de langue française (Liège, Novembre 1988). Il fait partie du programme de recherche sur la «Théorie et mesure de la performance des entreprises et services publics» (Convention n° 84/89-61 de Programmation de la Politique Scientifique (Belgique) avec l'Université de Liège).

Les auteurs tiennent à remercier B. Thiry et H. Tulkens pour leurs précieux conseils.

Henry-Jean Gathon tient également à remercier le Collège Interuniversitaire d'Etudes Doctorales dans les Sciences du Management (CIM) pour son soutien financier.

évaluer la réalisation de chacun de ces objectifs. Ensuite, on combinerait ces indicateurs dans une approche multicritère qui livrerait alors une évaluation globale de la performance de l'entreprise. Malheureusement, une telle méthodologie n'existe pas actuellement.

La méthodologie la plus avancée est limitée à l'efficacité économique. Elle porte sur l'efficacité technique au travers de la fonction de production [Farrell (1957)] et sur l'efficacité allocative grâce aux fonctions de coût et aux taux de croissance de la productivité totale des facteurs [Dodgson (1985), Caves et Christensen (1980)]. Cette méthodologie s'oppose à un ensemble d'approches plus simples, telles que celles qui s'appuient sur le taux de productivité partielle et qui peuvent donner lieu à des conclusions erronées.

Dans la plupart des cas, les entreprises publiques n'ont pas de concurrents directs. C'est le cas de ces entreprises publiques types que sont les chemins de fer. Pour en évaluer la performance, on doit donc se résoudre à les comparer les unes par rapport aux autres : dans le temps ou dans l'espace (international quand les entreprises sont nationales).

Dans cette note, nous nous intéressons en particulier à la mesure des performances de 19 compagnies de chemin de fer, pour la plupart européennes, sous deux angles : dynamique tout d'abord, l'objectif étant l'estimation des gains en productivité réalisés par ces entreprises au cours de la période 1962-1984, et spatial ensuite, au travers de la mesure des niveaux d'efficacité atteints par les différents réseaux dans la minimisation de leurs coûts d'opération.

La méthodologie se fonde essentiellement sur celle proposée par Caves, Christensen et Swanson (CCS, 1980) pour mesurer la productivité des chemins de fer nord-américains. Afin de tenir compte des caractéristiques propres aux entreprises de services publics, cette méthodologie, dont il sera question à la Section 1, s'écarte de celle traditionnelle des nombres indices. Signalons qu'elle se caractérise par le fait de reposer sur l'estimation économétrique d'une fonction de coût variable minimale. La manière dont a été construit l'échantillon international, et les problèmes soulevés par la mesure des variables, feront l'objet de la Section 2 de cette note.

La Section 3 présente les résultats dégagés. Une fois estimés les gains en productivité selon la méthode présentée à la Section 1, on se livre à des comparaisons intertemporelles et internationales des performances réalisées au cours de la période 1962-1984 par les 19 réseaux de chemin de fer faisant partie de l'échantillon.

Finalement, à la Section 4, ces résultats sont comparés avec ceux obtenus précédemment par l'application d'autres méthodes de mesure des performances.

## 1 Estimation des gains en productivité et mesure des performances

C'est par l'application de la méthode des nombres indices que l'on mesure traditionnellement la performance d'une entreprise, d'un secteur productif ou de l'ensemble d'une économie (Nadiri, 1970). Ces indices, représentatifs du taux de variation de la productivité totale des facteurs ( $\Delta$  PTF), ont pour objet la mesure des déplacements de la fonction de production sur base de données discrètes et en l'absence d'information sur les caractéristiques de cette fonction.

Ainsi, si l'on définit  $\Delta Q_t$  et  $\Delta F_t$  comme les taux de variation des deux agrégats représentatifs de l'output et des facteurs de production à la période  $t$ , on définira :

$$(1) \quad \Delta \text{PTF}_t = \Delta Q_t - \Delta F_t$$

Parmi les divers indices proposés dans la littérature, on utilise le plus souvent celui de Tornqvist (1936), par lequel  $\Delta Q$  et  $\Delta F$  sont exprimés de la manière suivante :

$$(2) \quad \Delta Q_t = \sum_i^m \left( \frac{r_{it} + r_{i,t-1}}{2} \right) \ln (Y_{it} / Y_{i,t-1}),$$

$$(3) \quad \Delta F_t = \sum_i^n \left( \frac{s_{it} + s_{i,t-1}}{2} \right) \ln (X_{it} / X_{i,t-1})$$

où  $Y_{it}$  et  $X_{it}$  désignent l'output ( $i = 1, \dots, m$ ) et les facteurs ( $i = 1, \dots, n$ ) respectivement, et  $r_{it}$  et  $s_{it}$  leurs parts respectives dans la recette totale ( $R_t$ ) et dans le coût total ( $C_t$ ), c'est-à-dire :

$$r_{it} = \frac{Y_{it} p_{it}}{R_{it}} \quad \text{et} \quad s_{it} = \frac{X_{it} w_{it}}{C_{it}},$$

avec  $r_t = \sum_i Y_{it} p_{it}$ ,  $C_t = \sum_i X_{it} w_{it}$ .

$p_{it}$  et  $w_{it}$  étant les prix des divers outputs et facteurs, respectivement.

Plus récemment, Diewert (1976) a démontré par application de la théorie néoclassique de la production que cet indice est «exact» pour une fonction de production du type translog dans le cas de rendements constants à l'échelle<sup>1</sup>.

1 Caves et Christensen (1980) ont ajouté que cet indice n'implique aucune restriction sur la séparabilité de la fonction entre inputs et outputs ou sur la neutralité du progrès technique.

Il est cependant inadapté pour la mesure du taux de productivité des entreprises publiques (ou régulées) comme l'ont signalé CCS (1980).

Pour illustrer leur démarche il est nécessaire d'analyser les déplacements de la fonction de coût correspondant au processus de production implicitement décrit par les équations (1) à (3). On sait, par la théorie de la dualité, que sous l'hypothèse d'un comportement optimal de minimisation des coûts de production, il existe une fonction de coût représentative de la technique de production employée (Mc Fadden, 1978). Ecrivons cette fonction sous la forme log-linéaire suivante :

$$(4) \quad \ln C = g(\ln Y_1, \dots, \ln Y_m, \ln w_1, \dots, \ln w_n, t)$$

En différentiant (4) par rapport à  $t$ , on retrouve aisément l'expression des déplacements du coût total en fonction du temps (Denny, Fuss et Waverman, 1981) :

$$(5) \quad -g_t = \sum_i^m g_{y_{it}} \dot{Y}_{it} - \sum_i^m g_{w_{it}} \dot{X}_{it}$$

où  $g_t$  désigne la dérivée partielle de  $g$  par rapport au temps et  $g_y$  et  $g_w$  les élasticités du coût par rapport aux différents outputs et prix des facteurs, respectivement.

A l'instar de CCS (1980), nous pouvons exprimer l'équation (5) en termes discrets comme suit :

$$(6) \quad -\Delta g_t = \sum_i^m \left( \frac{g_{y_{it}} + g_{y_{it-1}}}{2} \right) \ln(Y_{it}/Y_{it-1}) \\ - \sum_i^n \left( \frac{g_{w_{it}} + g_{w_{it-1}}}{2} \right) \ln(X_{it}/X_{it-1})$$

L'équivalence entre cette expression et l'indice de Tornqvist [expression (1)] sera seulement vérifiée sous certaines hypothèses :

a) Sous l'hypothèse de rendements constants à l'échelle (Denny, Fuss et Waverman, 1981) :

$$(7) \quad \sum_i^m g_{y_{it}} = \sum_i^m r_{it} = 1, \forall t.$$

- b) En concurrence parfaite sur les marchés des produits, avec l'égalité entre le coût marginal et les prix des outputs, ou, de façon équivalente, par :

$$(8) \quad g_{y_{it}} = r_{it}, \forall i, t.$$

- c) Sous l'hypothèse de minimisation des coûts, par l'égalité entre les élasticités du coût par rapport aux prix des facteurs et la part de ces facteurs dans le coût total, comme on peut le montrer par application du lemme de Shephard (1970).

$$(9) \quad g_{w_{it}} = s_{it}, \forall i, t.$$

Dans la mesure où l'indice de productivité  $\Delta$  PTF est censé représenter les déplacements de la fonction de production (ou de coût, comme ici) attribuables essentiellement au progrès technique<sup>2</sup>, le non respect de ces conditions implique l'incorporation de différents biais dans cette mesure<sup>3</sup>.

Ceci est le cas notamment quand on s'intéresse à la mesure des gains en productivité des entreprises publiques (ou régulées), et cela pour deux raisons essentiellement.

Premièrement, pour ces entreprises la fixation du prix de vente des produits (des services) ne leur appartient pas; elle est du ressort de l'autorité de tutelle et dictée généralement par des considérations de politique macroéconomique. Dans ces conditions, l'égalité exprimée par l'équation (8) n'est certainement pas garantie.

Deuxièmement, dans le même ordre d'idées, bien qu'on puisse considérer que ces entreprises disposent librement des facteurs de production aux prix du marché, c'est l'hypothèse de minimisation des coûts totaux qui est en cause. En effet, la condition (9) est malaisée à

2 En fait, le taux de croissance de la productivité doit être attribué non seulement au progrès technique, mais également aux gains en efficacité réalisés dans la gestion de l'entreprise, comme le montrent Nishimizu et Page (1982) en faisant appel au concept de frontière de production.

3 D'autres cas ont été également étudiés dans la littérature. Ainsi, on sait d'une part qu'une des formes de contrôle des entreprises régulées consiste à leur fixer le taux de rentabilité maximum (Averch et Johnson, 1962). Ce problème a été abordé du point de vue de la théorie des nombres indices par Diewert (1981) notamment. D'autre part, plus récemment, on s'est intéressé également aux problèmes posés par la mesure des gains en productivité, en conditions de sous-utilisation des capacités disponibles (Slade (1986) et Schankerman et Nadiri (1986), parmi d'autres).

justifier dans le cas de facteurs de production quasi fixes dont la dotation est seulement modifiable dans le plus long terme. Citons à titre d'exemple l'infrastructure et le matériel roulant dans le cas des compagnies de chemins de fer.

Pour remédier à ces difficultés, nous proposons l'estimation de l'indice de productivité (6) par une méthode en deux étapes, comme cela a été suggéré par CCS (1980).

Au cours de la première, on estime économétriquement une fonction paramétrique de coût variable. Sur base des résultats obtenus, sont calculées les élasticités partielles du coût par rapport à l'output,  $g_y$ , et aux prix des facteurs,  $g_w$ , qui sont dès lors employées dans une deuxième étape pour estimer les gains en productivité en (6).

Il faut noter que nous ne substituerons pas les parts de facteurs,  $s_w$ , à la place des élasticités  $g_w$ . On considèrera, contrairement à CCS (1980), que ces entreprises sont susceptibles de réaliser des erreurs dans la minimisation de leurs coûts variables. Ces erreurs dans l'allocation optimale des ressources, indiquées par l'inégalité entre la part du facteur et l'élasticité partielle du coût variable par rapport au prix du même facteur (cfr. équation (9), devant être interprétées comme des formes d'inefficacité (allocative) dans la gestion de l'entreprise (Førsund, Lovell et Schmidt, 1980).

Ces résultats permettent de tirer un certain nombre de conclusions sur l'évolution temporelle des productivités. Sur base des mêmes estimations, on peut également établir des comparaisons des niveaux de performance inter-entreprises.

Pour cela on procède à la construction d'une frontière d'efficacité, correspondant au coût variable minimal,  $\hat{V}(a,t)$ , réalisable par l'entreprise  $a$  à l'instant  $t$ , en suivant l'approche des moindres carrés décalés (MCD) suggérée par Greene (1980), dont les détails sont présentés dans Thiry et Tulkens (1989).

On obtient ensuite une mesure du degré d'efficacité, réalisé par chaque entreprise au moment  $t$ , en établissant le ratio  $\hat{V}(a,t)/V(a,t)$ , où  $V(a,t)$  indique le coût variable réellement observé. Ainsi, dans la mesure où  $V(a,t) = \hat{V}(a,t)$ , on dira que l'entreprise se situe sur la frontière d'efficacité du coût minimal. En d'autres termes, pour des prix de facteurs donnés, il lui serait impossible d'atteindre le même niveau de production avec des coûts moindres.

## 2 La construction de l'échantillon

Les données utilisées proviennent des recueils statistiques établis par l'Union Internationale des Chemins de Fer (UIC, 1962-1984). Cette institution rassemble depuis 1925 des informations sur la soixantaine de réseaux qui en font partie, selon une classification très précise et détaillée qui couvre aussi bien les aspects techniques que financiers de leurs activités. Parmi ces compagnies, 19 ont été retenues en fonction de la disponibilité des données pour l'ensemble de la période 1962-1984. Il s'agit dans la plupart des cas de réseaux européens interconnectés, ainsi qu'il ressort de la lecture du tableau 1 où l'on remarque aussi que la Suisse est doublement représentée (CFF et BLS).

Aux fins de l'estimation empirique, diverses options ont été prises pour le choix des variables. Nous les passons en revue.

### *L'output*

La mesure de la production des réseaux de chemins de fer pose des difficultés. D'abord, en raison du caractère multiproduit de cette activité on est amené à distinguer deux types de services : le transport de passagers et le transport de marchandises. En effet, l'agrégation de ces outputs par leurs prix est exclue, dans la mesure où ils ne reflètent pas leurs coûts marginaux (cfr. Section 1).

Ensuite, la définition même de ces outputs est sujette à controverse. Ainsi, l'UIC(1978) propose quatre mesures différentes : 1) voyageurs-km et tonnes-km transportées; 2) trains-km (voyageurs et marchandises); 3) capacités offertes en places-km et en tonnes-km et 4) tonnage brut remorqué (en tonnes-km) par les trains de voyageurs et de marchandises, respectivement.

C'est la première de ces mesures qui a été le plus souvent utilisée dans la littérature pour indiquer l'output des compagnies de chemins de fer (cfr. Tableau 1). Contrairement aux autres mesures, plus représentatives des services offerts, celle-ci est très sensible aux variations de la demande. C'est la raison pour laquelle nous retiendrons une des trois dernières mesures, en l'occurrence le tonnage brut remorqué, pour représenter le produit. Le transport de voyageurs sera indiqué par la variable  $Y_v$  et le transport de marchandises par  $Y_M$ .

A la lecture du tableau 2 on constate l'évolution positive de ces outputs pour la plupart des compagnies, avec cependant des variations négatives importantes dans certains cas (BR, CIE, JNR et NS) pour ce qui est du service marchandises.

**Tableau 1**  
**Importance des réseaux et évolution des produits et facteurs**

RESEAU	BLS	BR	CFF	CFL	CH	CIE	CP	DB	DSB	FS	JNR	NS	OBB	RENFE	SJ	SNCB	SNCF	TCDD	VR
PAYS	SWI	GBR	SWI	LUX	GRC	IRL	PRT	DEU	DNK	ITA	JPN	NLD	AUT	ESP	SWE	BEL	FRA	TUR	FIN
Etendue du réseau année 1963	238	27349	2934	365	2165	2901	3589	30610	2443	16465	20665	3245	5935	13286	13493	4810	38951	7911	5363
	235	16964	2961	270	2461	1944	3613	28039	2448	16404	21319	2852	5839	13464	11381	4194	34512	8169	6069
<b>km de lignes</b>																			
<b>Taux de variation annuelle en % (1963-1983)</b>																			
Produits (In.km tractées)																			
Trains voyageurs	5,21	0,02 <sup>1</sup>	2,74	1,61	4,38	-0,01 <sup>3</sup>	5,88	1,23	-0,20 <sup>4</sup>	2,65	4,44	1,35	2,38	3,96	0,31	1,84	3,07	0,78	2,83
Trains marchandises	-0,66	-1,38 <sup>1</sup>	0,65	-1,13	4,25	-0,67 <sup>3</sup>	1,14	-0,22	0,64 <sup>4</sup>	-0,54	-1,93	-1,48	1,36	1,02	1,02	0,06	-0,51	1,93	2,70
Facteurs de production																			
Personnel	-1,44	-2,85 <sup>2</sup>	-2,64	-1,28	2,10	-1,87	-0,40	-1,77	-1,25	1,20	-0,46	-0,40	-0,24	-2,54	-2,40	0,07	-1,50	-1,94	-0,79
Energie	3,56	-1,78	1,12	-0,53	3,00	0,93	0,07	0,50	1,90	0,24	2,20	0,91	1,29	-0,56	0,59	0,32	0,57	0,82	1,21

Notes : <sup>1</sup> Période = 75-83; <sup>2</sup> = 66-84; <sup>3</sup> = 83-84; <sup>4</sup> = 79-83.

Sources : Union Internationale des Chemins de Fer [UIC (1961-84)].



### *Les inputs*

Etant donné que l'on s'intéresse à l'estimation d'une fonction de coût variable, une distinction sera faite entre deux classes de facteurs : variables et quasi-fixes, en suivant l'approche proposée par CCS (1980). Comme facteurs variables on retiendra le travail et l'énergie et, comme facteur quasi-fixe, indiqué par la variable  $Z$ , l'importance des réseaux, représentée par la longueur en lignes-km (cfr. Tableau 1).

Le prix du travail,  $w_L$ , a été calculé en divisant les charges annuelles de personnel par l'effectif moyen de travailleurs au cours de l'année. Quant au prix de la consommation énergétique,  $w_E$ , nous avons suivi la démarche habituelle consistant à exprimer les quantités consommées des divers combustibles (charbon, diesel et électricité) en une unité de mesure commune, pour pouvoir estimer le prix moyen de ces unités en se fondant sur la dépense totale énergétique au cours de l'année.

Cette façon de procéder, dictée par la difficulté à obtenir des informations plus appropriées sur les prix des différents combustibles, pose cependant un inconvénient majeur : l'adoption d'une unité de mesure appropriée.

Celle utilisée habituellement pour agréger les consommations énergétiques est le pouvoir calorifique (tonnes d'équivalent pétrole). Néanmoins on sait qu'il n'y a pas une correspondance directe entre ces conversions calorifiques, établies pour des conditions physiques optimales, et leurs rendements relatifs dans les moyens de transport, la raison étant l'importance des pertes d'énergie, en particulier dans le cas du charbon et du diesel.

Etant donné que cette unité de mesure n'existe pas, nous nous sommes servis des données disponibles pour l'estimer. Les résultats obtenus, présentés dans l'Annexe 1, montrent bien que, par rapport aux équivalences calorifiques, les rendements obtenus à partir du diesel et du charbon sont de l'ordre de 35 % et de 10 %, respectivement, de ceux obtenus avec l'électricité.

Dans le tableau 1 sont indiqués les taux de variation pour les facteurs travail et énergie (en Kw/h d'équivalents énergétiques). Ces taux montrent d'une manière générale des variations négatives pour le travail et positives pour l'énergie, sur l'ensemble de la période envisagée.

Finalement, on définit le coût variable,  $CV$ , comme étant la somme des dépenses annuelles en personnel et en énergie, établies à partir des comptes de résultats des compagnies (UIC, 1964-1984).

### 3 Résultats

En suivant la méthodologie présentée à la Section 1, nous avons procédé dans une première étape à l'estimation des gains en productivité réalisés par l'ensemble des compagnies au cours de la période 1962-1984.

Ces estimations se fondent en grande partie sur les résultats obtenus par l'estimation d'une fonction de coût variable pour l'ensemble des compagnies [cfr. Gathon et Perelman (1987)]. En effet, c'est par application de l'équation (6) où les parts des facteurs ( $s_{it}$ ) ont été remplacées par les élasticités partielles du coût variable par rapport aux prix des facteurs et les parts des outputs dans le produit total ( $r_{it}$ ) par les élasticités du coût par rapport aux outputs, que l'on obtient une

**Tableau 2**  
Taux de croissance de la productivité totale des facteurs\*

RÉSEAU	PAYS	PÉRIODES						
		62-65	66-69	70-73	74-77	78-81	82-84	1962-1984
BLS	SWI	-1,74	1,70	-1,06	-2,31	0,45	-2,20	-0,18
BR	GBR	...	...	...	-5,66	0,92	3,75	-0,01
CFF	SWI	0,30	2,69	1,26	-0,05	0,99	-1,10	0,78
CFL	LUX	0,85	4,31	2,13	-4,29	0,30	2,33	0,97
CH	GRC	...	6,12	-2,24	0,74	0,89	-1,18	1,00
CIE	IRL	...	...	...	...	...	2,47	2,46
CP	PRT	-3,48	6,54	3,35	-1,95	3,77	2,22	2,04
DB	DEU	...	7,60	1,06	0,28	5,12	1,71	2,71
DSB	DNK	...	...	...	...	1,23	-0,41	-0,73
FS	ITA	-3,48	2,29	-3,40	0,78	0,69	1,09	-0,26
JNR	JPN	1,15	-0,21	3,34	0,13	0,55	3,59	1,34
NS	NLD	1,38	1,54	-1,32	-0,95	0,48	-0,36	0,09
OBB	AUT	0,58	1,09	2,07	0,51	2,73	1,58	1,45
RENFE	SPA	6,70	6,01	7,86	1,55	0,42	1,02	4,84
SJ	SWE	1,74	3,13	2,86	2,81	3,36	2,89	2,84
SNCB	BEL	0,41	2,60	0,48	-0,88	3,13	5,29	0,06
SNCF	FRA	1,64	2,78	4,39	3,00	2,09	1,87	2,60
TCDD	TUR	...	...	0,20	-0,43	10,48	-1,63	2,47
VR	FIN	-1,40	2,69	7,11	0,38	2,36	0,73	2,18

\* Taux moyen de croissance annuelle par période.

mesure de la productivité totale des facteurs des entreprises publiques, exempte des biais signalés à la Section 1.

Les résultats obtenus sont présentés au Tableau 2.

On remarque qu' à l'exception des compagnies anglaise (BR), danoise (DSB), italienne (FS) et du réseau qui dessert les Alpes Bernoises (BLS), l'ensemble des compagnies ont connu des taux de variation de leur productivité totale en moyenne positifs, pour la période analysée (1962-1983). Certaines d'entre elles dépassent d'ailleurs le taux annuel de 2 % : CP (Portugal), DB (Allemagne Fédérale), RENFE (Espagne), SJ (Suède), SNCF (France), TCDD (Turquie) et VR (Finlande). Dans certains cas, ces résultats cachent des variations importantes (TCDD notamment) ou sont surtout concentrés sur quelques années (RENFE et CP, par exemple, jusqu'au milieu des années 70).

On peut comparer brièvement les résultats obtenus pour les compagnies de notre échantillon et ceux obtenus par Caves, Christensen et Swanson (1981) pour les Chemins de fer Nord-Américains. Sur une période allant de 1963 à 1974, le taux annuel moyen de la croissance de la productivité a été de 4,0 %, - 0,1 % et de 1,93 % respectivement pour l'ensemble des réseaux canadiens, américains et ceux de notre échantillon.

Pour éclairer ces résultats, nous nous pencherons également sur ceux obtenus au travers de l'estimation des degrés d'efficacité-coût selon la méthodologie exposée à la Section 1.

Le tableau 3 résume les résultats obtenus pour six sous-périodes. Il faut signaler que ces mesures de performance, obtenues à partir des résidus dérivés de l'estimation de la fonction de coût, correspondent à la somme de deux formes d'inefficacité : allocative et technique [cfr. Schmidt et Lovell (1979)]. La méthode de moindres carrés décalés employée pour estimer la frontière du coût minimum [cfr. Thiry et Tulkens (1989)] nous conduit à désigner, pour chacune des périodes, la compagnie la plus performante (avec un taux égal à l'unité), par rapport à laquelle on mesure le degré d'efficacité atteint par les autres réseaux.

Au tableau 3, où sont reproduits les degrés d'efficacité atteints, on constate que c'est l'entreprise suédoise (SJ) qui s'aligne comme la plus efficace au cours de toute la période. En deuxième place, on trouve l'entreprise hollandaise (NS) qui, malgré une certaine perte relative d'efficacité au travers du temps, confirme les résultats présentés par Perelman et Pestieau (1988) au sujet des performances techniques. D'autres compagnies, comme la compagnie espagnole (RENFE) et la

compagnie française (SNCF) se font remarquer également par des gains importants en efficacité, ou bien par des pertes relatives importantes, comme c'est le cas du réseau italien (FS) et belge (SNCB). Enfin, on signalera la compagnie turque (TCDD) avec des taux d'efficacité de l'ordre de 35 %.

**Tableau 3**  
**Taux de performance (efficacité-coût)**

RÉSEAU	PAYS	PÉRIODES					
		62-64	66-68	70-72	74-76	78-80	82-84
BLS	SWI	0,64	0,63	0,61	0,59	0,62	0,59
BR	GBR	...	...	...	0,70	0,65	0,61
CFE	SWI	0,65	0,65	0,70	0,63	0,68	0,69
CFL	LUX	0,65	0,60	0,68	0,64	0,62	0,63
CH	GRC	...	0,67	0,74	0,68	0,66	0,58
CIE	IRL	...	...	...	...	...	0,76
CP	PRT	0,53	0,50	0,58	0,57	0,60	0,60
DB	DEU	...	0,52	0,57	0,48	0,52	0,55
DSB	DNK	...	...	...	...	0,65	0,64
FS	ITA	0,71	0,64	0,61	0,51	0,54	0,49
JNR	JPN	0,63	0,58	0,61	0,59	0,59	0,61
NS	NLD	0,85	0,81	0,79	0,69	0,74	0,69
OBB	AUT	0,53	0,48	0,49	0,46	0,47	0,49
RENFE	SPA	0,49	0,60	0,74	0,79	0,78	0,74
SJ	SWE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SNCB	BEL	0,66	0,61	0,62	0,55	0,55	0,56
SNCF	FRA	0,66	0,62	0,73	0,72	0,73	0,74
TCDD	TUR	...	...	0,39	0,31	0,35	0,36
VR	FIN	0,69	0,59	0,70	0,72	0,68	0,67

Source : Gathon et Perelman (1987).

#### 4 D'autres mesures de performance : survol des principaux résultats

Les résultats dégagés jusqu'ici sont ceux obtenus par l'application d'une approche méthodologique particulière, présentée à la Section 1, permettant la mesure des performances et des gains en productivité, en se fondant sur l'estimation d'une fonction de coût variable.

Parallèlement, d'autres recherches ont été menées sur la même base de données exploitée ici, mais en se servant de méthodologies différentes. On aboutit ainsi à des résultats qui, même si, à première vue, ils peuvent paraître contradictoires, doivent être considérés comme complémentaires.

Dans cette section, nous passons en revue l'essentiel des résultats de trois études. Pour une description des méthodologies utilisées nous renvoyons le lecteur à Thiry et Tulkens (1989) dans ce même ouvrage.

Le premier article auquel nous allons nous référer est celui où Gathon (1986) estime, par la méthode des comptes de surplus, les gains en productivité réalisés entre 1971 et 1983 par 15 réseaux nationaux. Le tableau 4 permet de comparer, à titre d'exemple et pour la Société Nationale des Chemins de fer Belges (SNCB), les variations de productivité calculées selon cette méthode, avec celles présentées dans la section précédente.

On remarque que des pertes importantes sont observées à la SNCB de 1975 à 1983 par la méthode des comptes de surplus, tandis que la productivité totale de facteurs connaît des variations négatives significatives seulement à deux moments : 1975 et 1980-81.

Pour interpréter ces résultats, il faut se référer nécessairement aux différences méthodologiques dans la construction de ces indicateurs. Elles sont de deux types. En premier lieu, nous rappellerons que, pour l'estimation des comptes de surplus, les pondérations des variations des outputs et des inputs sont réalisées directement au moyen des prix.

**Tableau 4**  
**Mesures alternatives des gains en productivité à la SNCB**

Année	Comptes de surplus	Productivité totale des facteurs
1971	0,1	- 2,6
1972	2,3	- 0,2
1973	4,1	3,4
1974	7,1	3,0
1975	- 6,9	- 9,4
1976	- 3,1	1,6
1977	- 14,7	1,2
1978	- 10,7	2,2
1979	- 5,1	1,9
1980	- 9,8	- 4,9
1981	- 10,1	- 3,9
1982	- 7,1	0,5
1983	- 3,8	4,2
Moyenne	- 4,5	- 2,3

Source : Gathon (1986) et Section 3.

En second lieu, on soulignera le fait que Gathon (1986) considère comme facteurs de production, outre le travail et l'énergie, les matières et les prestations de tiers, ainsi que les charges financières et d'amortissements.

Les comptes de surplus reflètent ainsi l'évolution d'une société d'une manière plus large que la productivité totale des facteurs. En effet, nous sommes en présence d'un indicateur qui incorpore, au travers des prix, des éléments concernant la profitabilité de l'entreprise.

S'agissant d'une entreprise publique soumise à des contraintes diverses, particulièrement en ce qui concerne la fixation des prix de vente des produits, l'embauche et les décisions d'investissement, les résultats obtenus par la SNCB en pleine période de crise énergétique (avec taux élevés de chômage et d'inflation) ne sont pas étonnants. Cette société a été en effet appelée à remplir certains objectifs de la politique macroéconomique gouvernementale au cours de ces années, comme en témoigne le fait que les «pertes» réalisées par la SNCB auraient été profitables essentiellement aux consommateurs (voyageurs) et à son personnel [cfr. Gathon (1986)].

Perelman (1986) s'est intéressé pour sa part à la mesure des performances techniques des réseaux susdits par l'application d'une méthode non-paramétrique, en l'occurrence la méthode FDH proposée par Deprins, Simar et Tulkens (1984). [Voir aussi Thiry et Tulkens (1989)].

Après avoir désagrégé le produit en deux outputs (transport de voyageurs et transport de marchandises), deux frontières de production sont dégagées, chacune correspondant à un input différent : le travail ou l'équipement (nombre de voitures et de wagons en état).

La lecture des résultats fait apparaître que, du point de vue de la performance technique dans l'emploi du facteur travail, seules quatre sociétés (CP, FS, OBB et TCDD) sont dominées (à des degrés divers) au sein de l'échantillon. Par contre, six sociétés (BR, CH, FS, SJ, SNCB et VR) sont dominées sur le plan technique, dans l'utilisation des investissements en matériel roulant.

La performance technique des différents réseaux a été également l'objet d'un autre article [Perelman et Pestieau (1988)]. Dans cette étude, l'approche utilisée est fondée sur l'estimation économétrique, par moindres carrés décalés (MCD)<sup>4</sup>, d'une frontière de production du type paramétrique.

4 On remarquera qu'il s'agit de la même méthode employée à la Section 3 pour dériver la frontière de coût minimum.

La technique de production y est spécifiée de la manière suivante. L'output correspond au parcours total des trains (voyageurs et marchandises), et les facteurs de production sont quatre : l'effectif total de l'exploitation ferroviaire, l'énergie consommée, le matériel roulant, et les installations fixes (km de lignes). En outre, une variable supplémentaire, la composition de l'output en trains-voyageurs et en trains-marchandises, est ajoutée comme variable explicative.

Les résultats obtenus sont présentés au tableau 5 (colonne 1). Le niveau de l'efficacité technique le plus élevé est atteint par la compagnie néerlandaise (NS), les réseaux japonais (JNR), suisse (CFF), suédois (SJ) et danois (DSB) suivent dans cet ordre, mais avec des niveaux d'efficacité technique 30 à 40 % plus faibles. Nous remarquons d'ailleurs que les compagnies italienne (FS), belge (SNCB) et allemande (DB) n'atteignent pas le seuil des 50 %, à peine dépassé par la société anglaise (BR).

Tableau 5  
Taux de Performance (efficacité technique)\*

Réseaux	Pays	Efficacité technique	Efficacité technique nette
BLS	SWI	0,50	0,46
BR	GBR	0,62	0,51
CFF	SWI	0,47	0,41
CFL	LUX	0,25	0,35
CH	GRC	0,70	0,96
CIE	IRL	0,55	0,56
CP	PRT	0,48	0,46
DB	DEU	0,72	0,65
DSB	DNK	0,36	0,36
FS	ITA	0,65	0,55
JNR	JPN	0,99	0,88
NS	NLD	0,65	0,56
OBB	AUT	0,50	0,48
RENFE	SPA	0,50	0,47
SJ	SWE	0,60	0,54
SNCB	BEL	0,38	0,36
SNCF	FRA	0,57	0,55
TCDD	TUR	0,33	0,31
VR	FIN	0,56	0,51

\* Taux moyens sur la période 1981-83.

Source : Perelman et Pestieau (1988).

Perelman et Pestieau (1988) procèdent également à des tests complémentaires afin d'analyser dans quelle mesure certains facteurs exogènes, absents dans l'estimation de la fonction et de la frontière de production, expliqueraient le taux élevé de dispersion observé au niveau des performances techniques<sup>5</sup>. Ces facteurs exogènes sont : la densité du réseau, le degré d'électrification, le nombre de voies par ligne, le parcours moyen des voyageurs et le parcours moyen des marchandises.

De ces tests, il ressort que la densité du réseau affecte négativement la performance technique, tandis que le degré d'électrification et le nombre de voies par lignes conduisent, a contrario, à une plus grande efficacité. Les deux variables incorporant d'une certaine manière des caractéristiques relatives à la demande agissent sur la performance technique de manière contradictoire : le parcours moyen des voyageurs, négativement et le parcours moyen des marchandises, positivement.

Une réestimation de la frontière de production en tenant compte des corrections apportées par ces facteurs exogènes autorise la réestimation des degrés d'efficacité des compagnies (les résultats correspondants sont présentés au tableau 5, colonne 2).

La compagnie hollandaise (NS) se place maintenant au deuxième rang, précédée par le réseau irlandais (CIE) qui de ce fait atteint le niveau de performance le plus élevé. Ensuite, on peut remarquer que d'autres compagnies apparaissent sous un jour meilleur. C'est le cas des sociétés grecque (CH), portugaise (CP) et française (SNCF).

On aura sans doute remarqué des divergences importantes entre ces indicateurs de performance et ceux présentés à la Section 3. En effet, on s'attendait à observer une corrélation plus grande entre ces mesures d'efficacité-coût et d'efficacité technique.

Pour les expliquer il faut nécessairement se référer aux aspects méthodologiques. Nous soulignerons ici celui qui est, à notre avis, l'élément essentiel à retenir : la manière dont la technique de production a été représentée dans les deux études. En effet, on rappellera que les efficacités-coût ont été calculées dans le contexte d'une frontière de coûts variables, avec le travail et l'énergie comme seuls facteurs de production substituables, tandis que les mesures d'efficacité technique résultent de l'estimation d'une frontière de production où l'investissement en matériel roulant est considéré comme facteur variable de production.

---

5 Une analyse similaire mais utilisant une méthodologie différente a été menée par Deprins et Simar (1989). (Voir leur article dans ce numéro).



## 5 Conclusions

Nous avons présenté dans cet article les résultats obtenus par la comparaison des performances réalisées par une vingtaine de sociétés nationales de chemins de fer.

Il est apparu que le classement d'une même entreprise pouvait être modifié radicalement pour des critères différents de performance. En fait, ces résultats, issus de l'application de différentes approches méthodologiques, doivent être considérés comme complémentaires. Ils donnent, en effet, un aperçu des performances, observées sous des angles divers : productivité totale des facteurs, comptes de surplus, efficacité technique et efficacité dans la minimisation des coûts.

En outre, ces résultats doivent servir à localiser, dans chaque cas, l'origine des faibles performances. Ainsi, on a pu montrer que l'environnement, défini dans un sens large, pouvait jouer un rôle non négligeable sur l'efficacité technique dans la gestion des sociétés.

Dans la mesure où l'on pourrait disposer d'informations complémentaires quant au type et à l'importance des contraintes auxquelles ces entreprises, publiques par définition, sont soumises dans chaque pays par les autorités de tutelle, on pourrait certainement mieux expliquer, sinon justifier, une partie des résultats ici présentés.

## REFERENCES

- AVERCH H. and JOHNSON L.L., 1962, «Behavior of the Firm under Regulating Constraints», in *The American Economic Review*, 52, n° 5, 1053-1069.
- CAVES D.W. and CHRISTENSEN L.R., 1980, «The Relative Efficiency of Public and Private Firms in a Competitive Environment : The Case of Canadian Railroads», in *Journal of Political Economy*, 88 n° 5, 958-976.
- CAVES D.W., CHRISTENSEN L.R. and SWANSON J.A., 1980, Productivity in U.S. Railroads, 1951-74, in *The Bell Journal of Economics*, 11, Spring, 166-181.
- CAVES D.W., CHRISTENSEN L.R. and SWANSON J.A., 1981, «Productivity Growth, Scale Economics and Capacity Utilization in U.S. Railroads, 1955-74», in *The American Economic Review*, 71, 994-1002.

- DENNY M., FUSS M. and WAVERMAN L., 1981, «The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications», in Cowing T.G. and Stevenson R.E. (eds), *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York, Academic Press, 179-218.
- DEPRINS D. and SIMAR L., 1989, «Estimating Technical Inefficiencies with Correction for Environmental Conditions with an Application to Railway Companies», in *Annals of Public and Cooperative Economics*, this issue.
- DEPRINS D., SIMAR L. and TULKENS H., 1984, «Measuring Labor-Inefficiency in Post Offices», in Marchand M., Pestieau P. and Tulkens H. (eds), *The Performance of Public Enterprises : Concepts and Measurement*, Amsterdam, North Holland, 243-267.
- DIEWERT W.E., 1976, «Exact and Superlative Index Numbers», in *Journal of Economics*, vol. 4, 114-145.
- DIEWERT W.E., 1981, «The Theory of Total Factor Productivity Measurement in Regulated Industries», in Cowing T.G. and Stevenson R.E. (eds), *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York, Academic Press, 17-44.
- DODGSON J.S., 1985, «A Survey of Recent Developments in the Measurement of Rail total Factor Productivity», in Button K.J. and Pitfield D.E., *International Railway Economics*, Gower Publishing Company, 13-48.
- FARRELL M.J., 1957, «The Measurement of Productive Efficiency», in *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-281.
- FORSUND L.C., LOVELL K. and SCHMIDT P., 1980, «A Survey of Frontier Production Functions and of their Relationship to Efficiency Measurement», in *Journal of Econometrics*, 13, 5-27.
- GATHON H.J., 1986, «La mesure des gains de productivité globale dans les chemins de fer. Une comparaison internationale», in *Annales de l'économie publique, sociale et coopérative*, n° 4, 459-476.
- GATHON H.-J. et PERELMAN S., 1987, *Fonction de coût multiproduit, productivité totale des facteurs, et performance dans les chemins de fer. Une comparaison internationale*, Liège, Working Paper CIRIEC, n° 87/07.
- GREENE W.H., 1980, «Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions», in *Journal of Econometrics*, 13, 27-56.
- MARCHAND M., PESTIEAU P. and TULKENS H., 1984, «The Performance of Public Enterprises; Normative, Positive and Empirical issues», in Marchand M., Pestieau P. and Tulkens H. (eds), *The*

- Performance of Public Enterprises : Concepts and Measurement*, Amsterdam, North-Holland, 243-267.
- McFADDEN D.L., 1978, «Cost Revenue and Profit Functions», in Fuss M.A. and McFadden D.L. (eds), *Production Economics : A dual Approach to Theory and Applications*, Amsterdam, North-Holland.
- NADIRI I.M., 1970, «Approaches to the Theory of Measurement of Total Factor Productivity : A Survey», in *Journal of Economic Literature*, 8, 1137-1178.
- NISHIMIZU M. and PAGE J.M., 1982, «Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change : Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78», in *The Economic Journal*, 92, 920-936.
- PERELMAN S., 1986, «Frontières d'efficacité et performance technique des chemins de fer», in *Annales de l'économie publique, sociale et coopérative*, n° 4, 445-459.
- PERELMAN S. and PESTIEAU P., 1988, «Technical Performance in Public Enterprises, a Comparative Study of Railways and Postal Services», in *European Economic Review*, 32, 432-441.
- REES R., 1984, *Public Enterprise Economics*, London, Weidenfeld and Nicholson, second edition.
- SCHANKERMAN M. and NADIRI I.M., 1986, «A Test of Static Equilibrium Models and Rates of Return to quasi-fixed Factors, with an Application to the Bell System», in *Journal of Econometrics*, 33, 97-118.
- SCHMIDT P. and LOVELL C.A.K., 1979, «Estimating Technical and Allocative Inefficiency Relative to Stochastic Production and Cost Frontiers», in *Journal of Econometrics*, 9, 343-366.
- SHEPHARD R.W., 1970, *Theory of Cost and Production functions*, Princeton, Princeton University Press.
- SLADE M.E., 1986, «Total-Factor-Productivity Measurement when Equilibrium is Temporary», in *Journal of Econometrics*, 33, 75-95.
- THIRY B. and TULKENS H., 1989, «Productivity, Efficiency and Technical Progress. Concepts and Measurement», in *Annals of Public and Cooperative Economics*, this issue.
- UIC, 1962-1984, *Statistique internationale des chemins de fer*, Paris.
- UIC, 1978, *Calcul de la productivité dans les chemins de fer*, fiche technique n° 320, Paris.

## Annexe

### Une mesure alternative des équivalents énergétiques

Pour construire cette unité de mesure, on se fonde sur des données UIC (1962-1984) correspondant aux 19 compagnies étudiées ici. On estime, par moindres carrés ordinaires, une fonction dont la spécification est :

$$Q(a, t) = a + \sum_i^3 \beta_i M_i(a, t) + v(a, t),$$

avec  $Q(a, t)$ , parcours total annuel des trains :  $M_i(a, t)$ , les quantités consommées des différents combustibles au cours de l'année [ $i = 1$  (tn charbon), 2 (tn diesel), 3 (Kw/h)];  $\alpha$  et  $\beta_i$  des paramètres à estimer, et  $v(a, t)$  un terme d'erreur. On obtient,

$$Q(a, t) = 3677,2 + 49,7 M_1 + 305,3 M_2 + 68,1 M_3, \quad R^2 = 0,9727$$

(1,9)      (32,4)      (28,9)      (66,4)

avec les t-tests entre parenthèses. Afin d'exprimer les différentes consommations en Kw/h on établit les rapports suivants :  $\hat{\beta}_1/\hat{\beta}_3 = 0,73$  et  $\hat{\beta}_1/\hat{\beta}_2 = 4,48$ . Sachant que les équivalences calorifiques correspondant au charbon et au diesel sont 8 et 12,4 Kw/h par kilo, respectivement, les valeurs estimées indiquent des rendements de l'ordre de 10 % et de 35 %, respectivement pour ces deux combustibles.