

WORKING PAPER

*L'efficience du secteur ferroviaire européen :
Analyse stochastique des effets de la réforme
et de la qualité des services*

Achraf TARSIM

CIRIEC N° 2008/09



CIRIEC activities, publications and researches are realised
with the support of the Belgian Federal Government - Scientific Policy
and with the support of the Belgian French Speaking Community - Scientific Research.

Les activités, publications et recherches du CIRIEC sont réalisées
avec le soutien du Gouvernement fédéral belge - Politique scientifique
et avec celui de la Communauté française de Belgique - Recherche scientifique.

ISSN 2070-8289

© CIRIEC

No part of this publication may be reproduced.

Toute reproduction même partielle de cette publication est strictement interdite.

*L'efficience du secteur ferroviaire européen : Analyse stochastique
des effets de la réforme et de la qualité des services*

Achraf TARSIM*

CREPP, Université de Liège, Belgique

Working paper CIRIEC N° 2008/09

* A.Tarsim@ulg.ac.be

Nous remercions particulièrement Sergio Perelman et Henry-Jean Gathon pour leurs commentaires et suggestions.

Résumé

A partir du début des années nonante, le secteur ferroviaire européen a connu de profondes mutations suite à l'application des directives européennes. Cet article étudie l'efficacité technique des opérateurs de chemins de fer dans 15 pays européens entre 1990 et 2001. L'application de la méthode de la fonction de distance stochastique permet de démontrer l'effet positif des réformes institutionnelles sur la performance technique des entreprises. Elle permet également d'identifier les facteurs spécifiques à ces opérateurs, tels que les caractéristiques de leur matériel roulant et les efforts d'amélioration de la sécurité ferroviaire, qui influencent leurs efficacités techniques.

1. Introduction

Lors des deux dernières décennies, de nombreux changements ont touché le domaine des services publics. La privatisation, le démantèlement des monopoles et l'instauration des régularisations sont des exemples parmi tant d'autres. Le secteur des chemins de fer européen a également connu ces nouvelles mutations. Les directives communautaires européennes, cherchant à améliorer les services ferroviaires, ont changé le paysage ferroviaire. D'une façon générale, les entreprises publiques ont été protégées face à toute concurrence par la caractéristique du monopole naturel ou des réglementations protectrices. Néanmoins, les divers accords internationaux, répondant aux dysfonctionnements des marchés, ont amené ces prestataires à devoir se confronter à une concurrence internationale de plus en plus importante. Pour continuer à opérer et garder leurs compétitivités sur les marchés, les entreprises se voient obligées de répondre à la contrainte de l'efficacité technique. Toute activité économique doit répondre à des objectifs différents selon sa nature. La maximisation des profits pourra être considérée comme l'objectif principal des entreprises privées. Les entreprises publiques, quant à elles, visent souvent d'autres buts comme, par exemple, l'équité sociale. Cependant, l'efficacité technique est considérée compatible avec tous les autres objectifs des activités économiques (Pestieau et Tulkens, 1993). L'étude comparative de l'efficacité technique permet d'apporter une information utile à différents niveaux. Perelman (1996) énumère plusieurs contributions de cette approche comme l'identification des facteurs explicatifs de la performance et l'aide à la prise de décision dans les entreprises. Cette analyse permet également de donner une information utile sur le processus de production par exemple les économies d'échelle dans le secteur. Ainsi,

l'approche de l'efficacité technique pour étudier les effets des réformes institutionnelles dans le secteur ferroviaire est une méthode appropriée. Elle nous permettra d'identifier les facteurs explicatifs de la performance et de formuler des recommandations de politique économique utiles aux décideurs de ce secteur.

La réforme ferroviaire en Europe a commencé par l'application de la directive de 1991 (1991/440/CE) qui vise à mettre fin à la rigidité du monopole naturel caractérisant l'exploitation de l'infrastructure des chemins de fer. Celle-ci est mise en place par la séparation de la gestion du réseau et de l'offre des services qui, désormais, doivent être ouvertes à la concurrence. Selon un rapport du CIRIEC (2000), la directive européenne de 1991 établit 4 grands principes : l'indépendance des opérateurs ferroviaires, la séparation entre la gestion du réseau et les activités de transport, le redressement financier et l'accès aux réseaux ferroviaires pour les services de transport à des opérateurs nationaux et internationaux¹. La forme de l'application de la directive européenne a varié d'un pays à l'autre. La majorité des pays ont adopté une séparation, plus ou moins stricte, entre la gestion de l'infrastructure et l'exploitation ce qui répond à une application a minima de la directive. En revanche, la réforme ferroviaire en Grande Bretagne est incontestablement la plus profonde. Crozet (2001) la qualifie d'un « *Big Bang* » qui a transformé l'opérateur historique British Rail en une multitude d'entreprises de natures et d'activités différentes. Il a proposé une représentation graphique de la réforme ferroviaire européenne. Sur l'axe vertical, il a repris les différents types de gestion de l'infrastructure allant du cas de monolithe ferroviaire public jusqu'à la forme la plus extrême de l'éclatement du réseau entre des propriétaires privés différents. Sur l'axe horizontal l'auteur reflète la concurrence, celle-ci allant de l'exploitant unique jusqu'à l'ouverture totale du marché. Le classement de la majorité des pays reste une tâche ardue, étant donné les formes hybrides et variées qui caractérisent ce secteur.

¹ D'autres directives de la Communauté Européenne sont venues compléter ce cadre légal. Nous en citons les directives 18 et 19 de 1995, traitant respectivement des licences des opérateurs financiers et de la distribution de la capacité du réseau et les directives 14 et 15 datant de 2001 visant à faire émerger à partir de 2003 un réseau ferroviaire transeuropéen de fret.

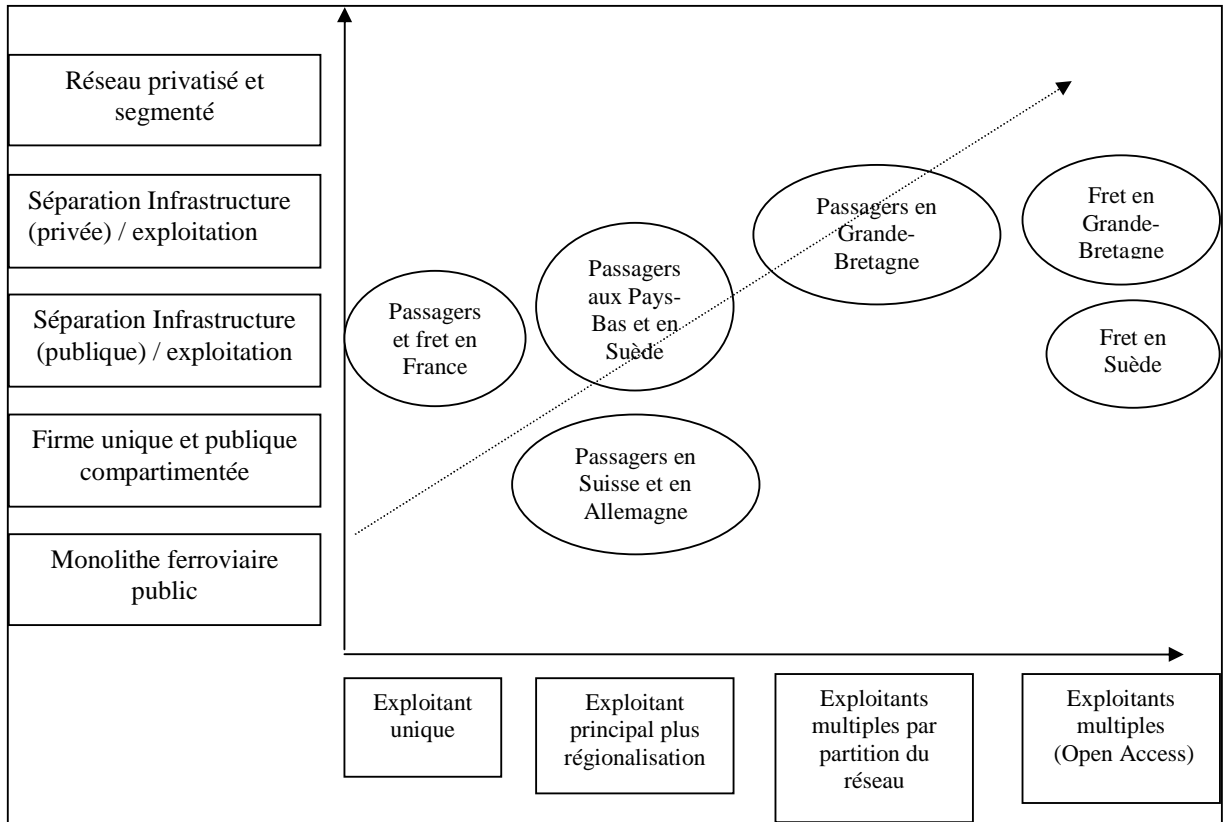


Figure 1 : les degrés des réformes ferroviaires en Europe (Crozet, 2001)

Dans cet article, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'efficacité technique dans le secteur des chemins de fer. L'objectif est de déterminer les facteurs spécifiques aux opérateurs ferroviaires, notamment les réformes institutionnelles et la sécurité, qui influencent cette efficacité. L'analyse considère quinze pays européens sur une période allant de 1990 jusqu'en 2001. Elle se base sur la méthode de la fonction de distance stochastique.

La section 2 de cet article expliquera la méthodologie utilisée dans cette analyse. La section 3 présentera l'échantillon d'entreprises européennes analysé et les données en panel du secteur ferroviaire. La section 4 reprendra l'estimation du modèle et les résultats obtenus. Enfin, la dernière partie énumérera les conclusions générales et les implications de politique économique.

2. Méthodologie

Pour estimer l'efficacité technique et déterminer ses facteurs explicatifs dans le secteur ferroviaire, nous estimons par la méthode des frontières stochastiques les paramètres d'une fonction de production Cobb-Douglas. Initiée par Farrell (1957) et Aigner et Chu (1968), cette méthode des frontières a connu une évolution importante comme le rapportent Lovell et al. (1977) ainsi que Thiry et Tulkens (1989) dans des états de l'art de cette littérature. La méthodologie² consiste en la construction d'une frontière de production représentant la pratique la plus efficace par rapport à laquelle les autres entreprises seront comparées (Perelman, 1996). La frontière d'efficacité peut être construite en considérant une orientation input ou une orientation output. Nous avons choisi un modèle à orientation output qui donne le niveau de production le plus élevé étant donné une quantité déterminée d'inputs. Les distances entre les positions des entreprises étudiées et la meilleure pratique permettent de refléter leurs degrés d'efficacité technique. Cette analyse se base sur un modèle représentant la fonction de production des entreprises de chemins de fer.

Nous présenterons d'abord le modèle théorique général. Nous décrirons dans la section 4 la modélisation retenue pour notre échantillon. La spécification proposée contient un terme d'erreur ayant deux composantes : une composante liée aux effets aléatoires et une composante liée à l'inefficacité technique. Pour N entreprises opérant en T périodes et produisant une quantité d'output y_{it} en utilisant les quantités $x_{k,it}$ des k inputs, le modèle s'écrit de la façon suivante :

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{k,it} + (v_{it} - u_{it}) \quad i=1, \dots, N \quad \text{et} \quad t=1, \dots, T$$

Les termes β_0 et β_k représentent des paramètres inconnus à estimer, v_{it} représente des variables aléatoires indépendamment et identiquement distribuées selon une loi normale $N(0, \sigma_v^2)$ et u_{it} représente des variables aléatoires non négatives relatives à l'inefficacité technique. Ces variables sont distribuées indépendamment des v_{it} selon une loi semi normale $N(0, \sigma_u^2)$.

Selon cette spécification, toute déviation par rapport à la frontière de production, due à des facteurs contrôlés par l'opérateur, sera reprise dans le terme relatif à l'efficacité technique u_{it} . La frontière, elle-même, est stochastique, elle peut donc varier d'un pays à l'autre. Ces variations dues à

² Le développement de cette méthodologie est repris dans l'annexe 1.

des facteurs aléatoires sont reprises dans la variable v_{it} . De même, les autres erreurs, notamment, celles de mesure de l'output, sont incluses dans ce même terme d'erreur aléatoire.

Différents facteurs exogènes à la décision de l'entreprise, autres que ceux retenus dans la modélisation du processus de production, influencent l'efficacité technique. Ces effets externes, relevant du contexte opérationnel, écartent les entreprises considérées de la frontière représentant la meilleure pratique. Kumbhakar (1991), Battese et Coelli (1995) ont proposé des modélisations des fonctions de distance considérant l'effet de ces facteurs environnementaux z_j . Ces adaptations sont introduites dans le modèle à estimer en supposant que u_i suit une distribution

$$N(\varphi_i, \sigma_u^2) \text{ avec } \varphi_i = \delta_0 + \sum_{j=1}^J \delta_j z_{j,i}. \text{ (Battese and Coelli, 1995).}$$

L'application de cette méthodologie aux observations reprises dans la base de données nous permet d'estimer les paramètres $\beta_0, \beta_k, \delta_0, \delta_j, \sigma_u^2$ et σ_v^2 et de calculer les termes d'erreurs u_{it} . Nous pouvons donc déterminer les indices d'efficacité technique pour une entreprise i en calculant :

$$Eff_{i,t} = E(y_{i,t}^* | u_{i,t}, x_{i,t}) / E(y_{i,t}^* | u_{i,t} = 0, x_{i,t})$$

Nous considérons dans notre étude pour l'estimation du modèle représentant la fonction de production du type Cobb-Douglas. Dans ce cas, $y^* = \exp(y)$, car le modèle est considéré en logarithme.

Nous tenons à noter que ces mesures d'efficacité technique sont des mesures brutes. Elles contiennent l'effet de tous les facteurs influençant l'efficacité. Gathon et Pestieau (1995) ont décomposé les indices d'efficacité technique des entreprises ferroviaires européennes afin d'obtenir des efficacités nettes mesurant les effets particuliers des facteurs relatifs au management et à la régulation. Dans notre analyse, nous calculons les mesures des efficacités brutes pour voir les effets généraux des facteurs considérés sur l'efficacité technique. En d'autres termes, nous déterminons si les réformes ferroviaires décrites précédemment tendent à augmenter ou à réduire le volume de l'activité ferroviaire ainsi que pour les autres facteurs exogènes considérés.

3. Données de l'analyse

L'analyse porte sur un échantillon de 15 pays européens sur une période de douze années allant de 1990 jusqu'en 2001. Les données sont

reprises des statistiques internationales des chemins de fer collectées par l’UIC (Union Internationale des Chemins de fer). La majorité des pays faisant partie de l’analyse sont des pays soumis aux directives de la Communauté Européenne à l’exception de la Suisse. Le choix des pays de l’échantillon était lié à la disponibilité des données. En effet, la Grande-Bretagne a été exclue de l’analyse à cause des problèmes de report des données dû à la multiplication des intervenants dans son secteur ferroviaire. Ceci malgré l’importance de ce pays du point de vue de la profondeur des mutations que ses chemins de fer ont connu. Les quinze pays retenus dans notre échantillon sont l’Autriche, la Belgique, le Danemark, la Finlande, la France, l’Allemagne, la Grèce, l’Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Norvège, le Portugal, l’Espagne, la Suède et la Suisse. Chaque secteur ferroviaire de ces pays possède des caractéristiques spécifiques. La plupart comptent plus d’un opérateur ferroviaire comme nous l’avons rapporté dans le tableau de l’annexe 2.

Afin de décrire les effets des réformes institutionnelles sur l’efficience technique des opérateurs des chemins de fer. Nous avons construit une variable binaire prenant la valeur 1 à partir de l’année de la mise en application d’une réforme ferroviaire (Table 1). Ceci en croisant les informations fournies par différentes ressources, UIC, Banque Mondiale et la Conférence Européenne des Ministres de Transport. Friebel et al. (2004) ont dressé un tableau pour douze pays européens, à partir des données de la Banque Mondiale, reprenant les dates d’entrée en vigueur de trois types de réformes : la séparation entre l’infrastructure et les opérations, l’accès d’une tierce partie au réseau et la création d’une instance indépendante de régulation.

	<i>Pays</i>	<i>Réforme</i>		<i>Pays</i>	<i>Réforme</i>
1	Autriche	1997	9	Grèce	-
2	Belgique	1998	10	Italie	1998
3	Suisse	-	11	Luxembourg	-
4	Allemagne	1994	12	Pays-Bas	1998
5	Danemark	1997	13	Norvège	1996
6	Espagne	1996	14	Portugal	1997
7	Finlande	1995	15	Suède	1988
8	France	1997			

La deuxième variable qualitative de notre analyse est celle relative aux accidents ferroviaires. Par l’intégration de cette variable, nous cherchons à trouver la relation qui existe entre l’efficacité, les réformes et la sécurité. En effet, une première intuition nous mènera vraisemblablement à dire que la séparation entre l’infrastructure et les opérations permettra

plus d'efficacité mais risquera de réduire la sécurité sur le réseau. Ceci pourra être expliqué par une mauvaise communication entre les gestionnaires du réseau et ses utilisateurs. Les observations annuelles relatives aux accidents sont fournies par les statistiques annuelles de l'UIC³. Afin de relativiser ces données absolues, nous avons divisé le nombre des accidents par la longueur des lignes exploitées. Nous remarquons qu'en moyenne, sur les douze années étudiées, ce sont la Grèce et le Portugal qui ont connu le plus grand nombre d'accidents. En revanche, l'Espagne, la Suède et la Norvège semblent être les pays ayant l'activité ferroviaire la plus sûre du point de vue des accidents.

La base de données de l'UIC fournit des données physiques annuelles relatives, d'une part, aux facteurs de production de l'activité ferroviaire et, d'autre part, aux résultats opérationnels. Différents facteurs de production sont considérés. Outre l'effectif annuel moyen de personnel, le capital fixe mobilisé dans l'activité se reflète par la longueur du réseau ferré, qui reste stable sur la période pour notre échantillon formé de pays développés. Cette variable est, bien entendu, fortement liée à la superficie de chacun des pays. Néanmoins, les densités (longueur du réseau divisée par la superficie du pays) des réseaux des pays étudiés sont similaires. Le capital est également représenté par le matériel roulant à disposition des opérateurs. Ce matériel est composé des voitures et des places de passagers disponibles d'une part, et pas les wagons de transport de marchandises et la capacité totale de chargement offerte par l'opérateur, d'autre part. Dans la construction du modèle représentant la fonction de production, nous avons agrégé les voitures passagers et les wagons pour générer la variable équipement roulant.

Pour les données d'output nous disposons d'une part pour le transport des passagers du nombre total annuel des voyageurs et du total annuel des passagers kilomètres transportés. D'autre part, pour l'activité fret, nous disposons du volume total et des tonnes kilomètres des marchandises transportées⁴. Nous utiliserons un modèle stochastique à un seul output à l'instar des travaux de Perelman et Pestieau (1988) et de Coelli et al. (1999), nous avons donc été mené à générer une variable agrégeant les différentes composantes de l'output ferroviaire. Friebel et al. (2004) proposent une agrégation de l'output basée sur l'hypothèse qu'un

³ Certaines données de sécurité ferroviaire sont manquantes pour certaines années. C'est le cas notamment des Pays-Bas et du Danemark. Par conséquent, nous excluons ces pays de l'échantillon pour les années considérées lorsqu'en ajoute cette variable dans l'analyse.

⁴ Les variables kilométriques sont obtenues en multipliant les données brutes par les parcours effectifs réalisés.

passager moyen pèse 80 kilogrammes ce qui permet ainsi de générer un output en tonnes. Nous n'adhérons pas à ce choix étant donné que les conditions de transport des passagers et de marchandises diffèrent largement. Nous avons alors créé une seule variable reflétant la double activité (le transport de passagers et le transport de marchandises) en se basant sur la méthode proposée par Nash (1985) évaluant des coûts de transport pour chacune des deux catégories. Ainsi, il considère que le transport d'une tonne par kilomètre correspond au transport de 0.45 passagers par kilomètre.

A partir des données brutes fournies par la base de données utilisée nous avons généré trois nouvelles variables pour chacun des opérateurs ferroviaires. En effet, nous supposons que les capacités moyennes de transport des voitures de passagers (places offertes totales divisées par le nombre de voitures), des wagons de marchandises (capacité totale de transport divisée par les wagons fret) ainsi que la part de l'activité fret dans l'activité totale sont spécifiques aux firmes considérées et donc peuvent influencer leurs efficacités relatives.

La lecture des données de ces trois variables⁵ nous montre que la Belgique et le Luxembourg se distinguent par la plus grande capacité de leurs voitures évaluée à 86 places en moyenne sur la période. Nous notons également que la Belgique et la France enregistrent la plus grande capacité de chargement par wagon (48 tonnes), contrairement à la Grèce qui a la capacité moyenne la plus faible (28 tonnes). Cette capacité de chargement par wagon a augmenté dans tous les pays au cours de la période étudiée à l'exception de la Suède et du Danemark.

Le transport de marchandises est l'activité principale dans la majorité des entreprises ferroviaires. On enregistre une moyenne de 62.4% pour les 15 pays. La Suède et la Finlande sont les plus spécialisées dans le transport de marchandises avec des parts atteignant les 85%. La Grèce et les Pays-Bas sont les deux pays ayant les plus faibles parts de transport de fret dans leurs activités ferroviaires totales.

L'étude des productivités partielles⁶ des principaux facteurs de production nous permet d'identifier certaines explications potentielles des performances des entreprises. Cette approche est limitée car une interdépendance entre les facteurs existe dans le processus de production (Bourgain et Pieretti, 1999) mais nous utiliserons les résultats de cette analyse comme complément à l'explication des efficacités.

⁵ Voir annexe 3.

⁶ Voir annexe 4.

La Suède (1.47) et les Pays-Bas (1.1) enregistrent les meilleures productivités partielles de leurs équipements alors que le Luxembourg (0.28) et la Grèce (0.17) enregistrent les plus faibles productivités. A l'exception de l'Italie, du Luxembourg et du Portugal, cette productivité a considérablement augmenté entre 1990 et 2001 pour les autres pays. La Suède s'écarte également des autres pays par rapport à son score de productivité partielle du personnel (1.05). En contrepartie, la Grèce présente la plus faible productivité moyenne (0.1) de ses cheminots sur les douze années considérées. Ces productivités ont augmenté pour tous les pays à l'exception de la Belgique, la Grèce et le Luxembourg qui ont vu leurs ratios de productivité du personnel stagner tout au long de cette période. La Suisse est le pays qui note la meilleure productivité partielle de son réseau ferré (4.6) dans le processus de production. La Grèce est le pays qui a le plus bas score (0.5). Cette dernière variable est restée stable sur la période.

4. Spécification et résultats de l'analyse

La production des services ferroviaires est représentée par la fonction de production du type Cobb-Douglass suivante :

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{k,it} + (v_{it} - u_{it}) \quad i=1, \dots, N \quad \text{et} \quad t=1, \dots, T$$

La variable dépendante retenue est l'output de l'activité ferroviaire représenté par l'agrégation $y_{it} = 0.45 pkm_{it} + tkm_{it}$ où pkm_{it} et tkm_{it} sont respectivement le nombre de passagers kilomètres et de tonnes kilomètres transportés. La spécification à estimer à partir de ce panel considère trois inputs l'effectif annuel moyen, l'équipement (agrégation des voitures passagers et des wagons de fret) et la longueur du réseau ferré. Nous contrôlons l'effet du progrès technologique en ajoutant une variable temporelle (trend⁷).

Nous estimons les paramètres de deux modèles par le maximum de vraisemblance en utilisant le programme *FRONTIER* (Coelli, 1996). A partir de ces estimations, nous calculons les indices d'efficacités techniques annuels pour les quinze pays.

Le premier modèle correspond à une spécification Cobb-Douglass d'une fonction de production et dans lequel trois variables environnementales influençant l'efficacité sont ajoutées. Il s'agit de la capacité moyenne de

⁷ Trend = 1, ..., 12 respectives aux années étudiées.

transport d'une voiture de voyageurs, la capacité moyenne de chargement par wagon de fret et la part relative du fret dans l'activité totale⁸. Les deux premières variables sont des capacités qui dépendent du matériel à la disposition de la compagnie et ne sont pas des variables d'output. Nous pensons que les opérateurs disposant des voitures passagers et des wagons ayant les plus grandes capacités peuvent a priori opérer avec plus d'efficacité. Le deuxième modèle est identique au premier et auquel nous ajoutons deux variables environnementales z_i . La première est la variable binaire relative aux réformes ferroviaires et la seconde est la variable relative la sécurité ferroviaire⁹.

Table 2 – Modèles estimés

<i>Output = output agrégé y</i> Variables	Modèle 1		Modèle 2	
	Param.	t - ratio	Param.	t - ratio
Intercept	-0,618 ***	-2,47	-0,785 ***	-3,25
<u>Inputs</u>				
Equipment	0,124 ***	1,95	0,254 ***	4,17
Staff (personnes)	0,407 ***	7,89	0,355 ***	6,50
Network (lignes km)	0,526 ***	11,29	0,462 ***	10,78
Trend	0,028 ***	4,16	0,019 ***	2,41
<u>Variables environnementales</u>				
z_0	7,804 ***	6,22	5,736 ***	4,63
z_1 (Capacité voiture passagers)	-0,066 ***	-4,08	-0,045 ***	-3,43
z_2 (capacité wagon fret)	-0,047 ***	-2,34	-0,046 ***	-2,07
z_3 (part du fret)	-4,293 ***	-5,82	-2,871 ***	-3,18
z_4 (réformes ferroviaires)			-0,659 **	-1,54
z_5 (sécurité ferroviaire)			2,393 ***	2,19
<u>ML parameters</u>				
Observations	180		157	
sigma squared	0,241 ***	6,76	0,179 ***	5,94
gamma	0,814 ***	25,26	0,766 ***	17,18
log likelihood function	19,131		-5,007	

***, **, * : paramètres significatifs respectivement à 1%, 5% et 10%.

Les paramètres estimés du modèle 1 (table 2) sont significatifs et ont les signes attendus. Le trend temporel est assez important. L'activité

⁸ La part relative du fret est calculée par rapport à l'output agrégé.

⁹ La sécurité ferroviaire est reflétée par le nombre d'accidents pondéré par la taille du réseau ferré.

ferroviaire se caractérise donc par une croissance annuelle statistiquement significative.

Nous observons que les caractéristiques spécifiques de l'opérateur affectent son efficacité technique¹⁰. En effet, comme rapporté dans la table 3, les pays ayant des voitures de passagers avec une capacité moyenne permettant de transporter plus que 65 passagers sont les plus efficaces avec une moyenne de 91%. Ceci se vérifie également pour les opérateurs utilisant les wagons de fret ayant les plus grandes capacités de chargement (une efficacité moyenne de 92% pour les wagons à charge supérieure à 40 tonnes contre une efficacité de 69% pour les wagons portant moins de 35 tonnes). Cette première constatation est conforme à notre intuition a priori. En effet, nous pensons que si les capacités de transport des wagons et des voitures sont grandes, les opérateurs mettront moins de véhicules en circulation, ceci permettra vraisemblablement de réduire les coûts et d'augmenter l'efficacité. La spécialisation dans le transport de fret permet également d'augmenter l'efficacité, nous observons que les entreprises les plus efficaces (91% en moyenne) sont celles où le transport de marchandises représente plus de 70% de l'activité totale. Ceci peut s'expliquer par une gestion administrative moins coûteuse et moins contraignante du transport de fret relativement à celui des passagers.

Table 3 – Moyennes des indices d'efficacité technique par catégories		
	Fréquence	Indices
<i>Moyenne générale</i>	15	0,853
<u>Accidents</u>		
< 25 accidents /1000 kms / an	8	0,903
> 25 accidents /1000 kms / an	7	0,795
<u>Part fret dans l'activité totale</u>		
< 50%	4	0,689
50% à 70%	4	0,910
> 70%	7	0,914
<u>Capacité moyenne des wagons</u>		
< 35 tonnes	4	0,691
35 à 40 tonnes	5	0,900
> 40 tonnes	6	0,921
<u>Capacité moyennes des voitures</u>		
< 65 passagers	5	0,725
65 à 75 passagers	5	0,919
> 75 passagers	5	0,913
<u>Productivité partielle du Staff</u>		
< 0.3	6	0,778
0.3 à 0.5	7	0,890
> 0.5	2	0,945

¹⁰ Un signe négatif des paramètres relatifs aux variables environnementales signifie que la variable a un effet négatif sur l'inefficacité.

Le modèle 2 (table 2) considère les effets des variables relatives aux réformes institutionnelles et à la sécurité ferroviaire. Les résultats montrent que les réformes influencent positivement l'efficacité technique des pays qui les ont mis en application. Dans le même sens, nous observons que les accidents sur les chemins de fer tendent à réduire l'efficacité. Ainsi, les pays de l'échantillon qui ont les réseaux ferrés les plus sûrs (moins de 25 accidents annuels par 1000 kilomètres) sont en moyenne efficaces à 90% contrairement à celles caractérisées par une sécurité moins rigoureuse qui ne sont efficaces qu'à 79.5% en moyenne (table 3). Donc l'investissement à apporter à la sécurité dans l'offre des services ferroviaires est porteur en termes d'efficacité technique.

La lecture des indices d'efficacité technique¹¹ nous montre que sur la période la Belgique, la France, la Finlande, la Suisse, le Luxembourg et la Suède occupent les premières places de ce classement. L'Autriche, l'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas, et l'Espagne occupent quant à eux les places médianes de ce classement. Les pays qui semblent être les moins efficaces sont le Portugal, la Norvège, le Danemark et la Grèce. Cependant, ces indices varient d'une année à l'autre de la période étudiée. Nous analyserons les performances techniques relatives des pays en utilisant les prédictions énumérées sur les effets des différentes caractéristiques des opérateurs ferroviaires. Les réformes ferroviaires ont influencé les efficacités techniques dès l'année de leur mise en application. En effet, l'Allemagne en 1994 a connu une forte amélioration de son efficacité de 83% à 90%, cette amélioration a continué pour le reste de la période. Le Portugal en 1997, la Norvège et l'Espagne en 1996 ont également enregistré de fortes hausses dans leurs efficacités techniques. La France, la Belgique, la Finlande et l'Italie ont connu une amélioration mais moins importante que les autres pays. Ce constat est valable pour tous les autres pays de l'échantillon à l'exception des trois pays qui n'ont pas connu des réformes dans leurs secteurs ferroviaires (La Grèce, le Luxembourg et la Suisse) ainsi que la Suède qui a mis en place sa réforme ferroviaire en 1988.

Les bonnes performances techniques qu'enregistrent la Belgique et la France peuvent être expliquées d'une part par les réformes qu'ont connues ces pays et, d'autre part, par l'importante capacité de transport de leurs wagons. Ce second facteur contribue également dans l'explication de l'efficacité technique luxembourgeoise. L'explication du score d'efficacité moyen de la Suède (94%) ne peut pas se résumer au fait qu'elle était pionnière dans le processus des réformes ferroviaires, l'importance de la

¹¹ Voir annexe 5

part du transport de marchandises dans l'activité ferroviaire suédoise peut être un facteur important. Ce pays, au même titre que la Finlande, est le plus spécialisé dans ce service par rapport aux autres pays de l'échantillon (85%). Cette spécialisation permet aussi à la Finlande d'atteindre une efficacité moyenne de 94%. La performance de la Suède peut également être basée sur les grandes productivités partielles de son équipement et de son personnel.

L'efficacité technique du rail Belge est passée de 94.8% en 1993 à 95.2% en 1994, ceci pourrait s'expliquer par une diminution de moitié du nombre d'accidents enregistrés en 1994 par rapport à 1993. Ceci est également le cas de l'Allemagne qui est passé de 1380 accidents en 1992 à 697 accidents en 1993, ce gain en termes de sécurité s'est accompagné d'une augmentation de l'efficacité technique ferroviaire passant de 81.8% à 83.5%. Nous avons noté que la Suède a le réseau ferroviaire le plus sûr permettant à ce pays d'avoir une efficacité technique considérable et stable. Dans un sens opposé, la Grèce, le Portugal et le Danemark enregistraient les plus hauts ratios d'accidents. Les indices d'efficacité nous montrent que ces trois pays occupent les dernières places du classement des efficacités techniques.

5. Conclusion

L'analyse des effets des réformes ferroviaires nous mène à remarquer que la séparation entre la gestion de l'infrastructure et celle de l'exploitation du réseau ferroviaire influence positivement l'efficacité technique des opérateurs des chemins de fer. Ce constat est valable également pour la sécurité dans le réseau des chemins de fer.

Au cours de l'analyse, nous avons également montré la pertinence d'autres facteurs dans l'explication du niveau de l'efficacité des opérateurs ferroviaires. En effet, les capacités moyennes de transport des wagons de marchandises et des voitures de passagers ainsi que la part réservée au transport de fret dans l'activité ferroviaire totale influencent positivement l'efficacité technique dans le secteur.

Nous avons également dressé le classement des pays du point de vue de leurs performances techniques. La Belgique, la France, le Luxembourg et la Suède occupent les premières places de ce classement. L'Autriche, l'Allemagne, l'Italie, les Pays-Bas, l'Espagne et la Suisse occupent quant à eux les places médianes de ce classement. Les pays qui semblent être les moins efficaces sont le Portugal, la Norvège, le Danemark et la Grèce.

Certaines variations sont tout de même à signaler, ces dernières s'expliquent par les caractéristiques spécifiques des opérateurs influençant

l'efficience, par exemple, un effort de réduction des accidents ou une mise en place d'une réforme institutionnelle. La Suède occupant les meilleures places du classement, se distingue par une spécialisation dans le transport de marchandise, par un réseau très sûr relativement aux autres pays. En plus ce pays enregistre les plus hauts ratios de productivité partielle de ses facteurs relatifs à l'équipement et au personnel. La Grèce, dans un sens opposé, se caractérise par les plus faibles productivités partielles des facteurs, par un réseau enregistrant un grand nombre d'accidents et par une part très restreinte de l'activité totale réservée au transport de marchandise. Ces différents constats contribuent à l'explication de sa mauvaise position dans le classement des performances des pays étudiés.

Le secteur ferroviaire est souvent considéré comme une locomotive importante pour accroître les échanges commerciaux, décongestionner les routes, promouvoir la mobilité et réduire la pollution, en un terme pour soutenir une croissance durable. C'est dans ce sens que les décideurs et gestionnaires des opérateurs des chemins de fer doivent mener à bien les réformes institutionnelles quant à la séparation entre la gestion du réseau et l'offre des services et inciter à la concurrence et à la spécialisation des entreprises. Ces mêmes décideurs en répondant aux dysfonctionnements du marché doivent veiller à la sécurité sur les réseaux en incitant les entreprises à investir dans un matériel roulant à la fois performant du point de vue de la capacité et de la sécurité.

Nous tenons enfin à noter que la multitude des facteurs ayant un effet sur l'efficience technique dans le secteur ferroviaire rend désormais toute approche nécessairement partielle. Dans notre analyse, nous avons essayé de considérer le plus grand nombre de facteurs quantifiables possibles.

Bibliographie

AIGNER D.J., LOVELL C.A.K. and SCHMIDT P., 1977, “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models”, *Journal of Econometrics*, 6, 21 – 37.

AIGNER D.J. and CHU S.F., 1968, “On Estimating the Industry Production Function”, *American Economic Review*, 58, 826 – 839.

BARKAOUI A., BUREAU J.C. et BUTAULT J.P., 1997, La mesure de la productivité par des fonctions de distance, *Economie et Prévision*, 127, 33 – 46.

BATTESE G.E. and COELLI T., 1995, “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data”, *Empirical Economics*, 20, 325 – 332.

BAUMOL W.J., 1991, “Technological Imperatives, Productivity and Insurance costs”, *The Geneva Papers on risk and Insurance*, 59, 154 – 165.

BOURGAIN A. et PIERETTI P., 1999, “Analyse de la productivité totale des facteurs dans l’industrie luxembourgeoise”, *Cahiers d’économie du Centre universitaire de Luxembourg*, 14, 9 – 27.

CIRIEC, 2000, “Les services d’intérêt économique général en Europe”, *Rapports CIRIEC*.

COELLI T., 1996, “A Guide to FRONTIER Version 4.1.: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation”, *CEPA Working Paper*.

COELLI T. and PERELMAN S., 1999, “A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways”, *European Journal of Operational Research*, 117, 326 – 339.

COELLI T., PERELMAN S. and ROMANO E., 1999, “Accounting for Environmental Influences in Stochastic Frontier Models: With Application to International Airlines », *Journal of Productivity Analysis*, 3, 251 – 273.

CONFERENCE EUROPEENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS, 1995, *Des chemins de fer, pourquoi faire ?*, OCDE.

CONFERENCE EUROPEENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS, 1999, *Méthodes d'analyses comparatives dans les transports. Methodologies, Applications et Données Nécessaires*, OCDE.

CONFERENCE EUROPEENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS, 2001, *La Réforme Ferroviaire*, OCDE.

CROZET Y., 2001, "Réformes et concurrence dans le transport ferroviaire européen : bilan et perspectives", *Annales des Mines*, 27 – 34.

FARELL M., 1957, "The Measurement of Productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 230 – 253.

FRIEBEL G., IVALDI M. and VIBES C., 2003, "Railway (De)Regulation: A European Efficiency Comparison", *C.E.P.R. Discussion Papers*, 4319.

GATHON H.J., 1991, "*La performance des chemins de fer européens : gestion et autonomie*", Université de Liège.

GATHON H.J. and PERELMAN S., 1992, "Measuring technical efficiency in European railways: a panel data approach", *The Journal of Productivity Analysis*, 3, 135 – 151.

GATHON H.J. and PESTIEAU P., 1995, "Decomposing efficiency into its managerial and its regulatory components: the case of European railways", *European Journal of Operational Research*, 500 – 507.

KERSTENS K., 1996, "Technical Efficiency Measurement and Explanation of French Urban Transit Companies", *Transportation Research: Part A, Policy and Practice*.

KOPECKY M., 2000, "La déréglementation ferroviaire en Grande-Bretagne", *Transports*, 402, 273 – 289.

KUMBHAKAR S.C., 1990, "Production frontiers, panel data and time-varying technical inefficiency", *Journal of Econometrics*, 46, 201 – 211.

KUMBHAKAR S.C. , HESHMATI A. and HJALMARASSON L., 1999, "Parametric Approaches to Productivity Measurement: A Comparison among Alternative Models", *Scandinavian Journal of Econometrics*, 101, 405 – 424.

LEIBENSTEIN H., 1966, "Allocative Efficiency versus X-Efficiency", *American Economic Review*, 2, 392 – 415.

LESUEUR J.Y. et PLANE P., 1995, “Frontière de production et mesure de l’efficacité technique : Le cas de l’électricité dans dix entreprises subsahariennes”, *Annals of Public and Cooperative Economics*, 3, 299 – 319.

MEEUSEN W. and VAN DEN BROECK J., 1977, “Efficiency Estimation from Cobb-Douglass Production Functions with Composed Error”, *International Economics Review*, 18, 435 – 444.

NASH C., 1985, “European railway comparisons – what can we learn ?”, *International Railway Economics*, GOWER, England, 237 – 268.

PERELMAN S., 1996, “Mesure de l’efficacité des services publics”, *Revue Française de Finances Publiques*, 55, 65 – 79.

PERELMAN S. and PESTIEAU P., 1994, “A Comparative Performance Study of Postal Services: A Productive Efficiency Approach”, *Annales d’Economie et de Statistique*, 33, 187 – 202.

PESTIEAU P., 1987, “Mesurer la performance des entreprises publiques, une nécessité en période de transition”, *Reflets et perspectives de la vie économique*, 5, 319 – 329.

PESTIEAU P. and PERELMAN S., 1988, “Technical Performance in Public Enterprises: A Comparative Study of Railways and Postal Services”, *European Economic Review*, 32, 432 – 441.

PESTIEAU P. and TULKENS H., 1993, “Assessing and Explaining the Performance of Public sector activities: Some Recent Evidence From the Productive Efficiency Viewpoint”, *Finanzarchiv*, 50, 293 – 323.

THIRY B. and TULKENS H., 1989, “Productivity, Efficiency and Technical Progress, Concepts and Measurement”, *Annals of Public and Cooperative Economics*, CIRIEC, 1, 9 – 42.

UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER, 2001, *Statistique Internationale des Chemins de Fer*, UIC, Paris.

Annexe 1

Fonction de distance à orientation output :

La distance orientée output est mesurée par rapport à la frontière des possibilités de production $P(x)$. Elle considère la distance entre le niveau de la production d'une firme (y_i) et la frontière pour un niveau donné d'inputs (x). Cette distance peut être exprimée de la façon suivante :

$$D_o(x, y_i) = \min \{ \delta : \delta > 0, (y_i / \delta) \in P(x) \}$$

Avec $P(x) = \{ y : y \in P(x), \theta y \notin P(x), \theta > 1 \}$

La distance d_o est l'expansion radiale du niveau des outputs (y_i) de la firme i afin de produire à un niveau efficient correspondant à la frontière $P(x)$.

Si on considère qu'il y a des facteurs environnementaux z_i qui influencent l'efficacité technique et n'ont pas d'effet sur la technologie de production elle-même alors l'ensemble des possibilités des productions devient :

$$P(x, z_i) = \{ y : y \in P(x, z_i), \theta y \notin P(x, z_i), \theta > 1 \}$$

La fonction de distance considérant les effets des facteurs exogènes s'écrit de la façon suivante :

$$D_o(x, y_i, z_i) = \min \{ \delta : \delta > 0, (y_i / \delta) \in P(x, z_i) \}$$

Annexe 2

	Pays	Compagnies actuelles	Evolution	Désignation de la compagnie
1	Autriche (AT)	ÖBB (IC)	-	Österreichische Bundesbahnen
2	Belgique (BE)	SNCB/NMBS (IC)	-	Société Nationale des Chemins de fer Belges
3	Suisse (CH)	BLS (IC) CFF/SBB/FFS (IC)	-	Lötschbergbahn A.G. Schweizerische Bundesbahnen
4	Allemagne (DE)	DB A.G. (IC) 1994	DB (ouest) + DR (est) => DB A.G.	DB A.G. : Deutsche Bahn AG DB : Deutsche Bahn DR : Deutsche Rail
5	Danemark (DK)	BS (IM) 1997 DSB (PO) 2001 Railion DK (FO) 2001	DSB (PO) = en 1997 BS (IM) + DSB (RU) <hr/> DSB (RU) = en 2001 Railion (FO) + DSB (PO)	BS : Banestyrelsen DSB : Danske Statbaner Railion DK : Railion Danemark
6	Espagne (ES)	RENFE (IC)	-	Red Nacional de los Ferrocarriles Espanoles
7	Finlande (FI)	RHK (IM) 1995 VR (RU) 1995	VR (IC) = en 1994 RHK (IM) + VR (RU)	RHK : Ratahallintokeskus VR : VR-Group Ltd.
8	France (FR)	RFF (IM) 1997 SNCF (RU) 1997	SNCF (IC) = en 1996 RFF (IM) + SNCF (RU)	SNCF : Société Nationale des Chemins de fer Français RFF : Réseau Ferré Français
9	Grèce (GR)	CH (IC)	-	Organisme des chemins de fer helléniques
10	Italie (IT)	FS SpA (IC)	-	Ferrovie dello Stato SpA
11	Luxembourg (LU)	CFL (IC)	-	Société nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois
12	Pays-Bas (NL)	NS N.V. (PO) 1998 Pro Rail (IM) 1998 Railion NL (FO) 2000	NS (IC) = en 1997 Pro Rail (IM) + NS N.V. (RU) <hr/> NS N.V. (RU) = en 1999 NS N.V. (PO) + Railion NL (FO)	NS N.V. : N.V. Nederlandse Spoorwegen Pro Rail Railion NL : Railion Nederland N.V. (Former Railion Benelux N.V.)
13	Norvège (NO)	JBV (IM) 1996 NSB AS (PO) 2002 Cargonet AS (FO) 2002	NSB (IC) = en 1995 JBV (IM) + NSB BA (RU) <hr/> NSB BA (RU) = en 2001 NSB AS (PO) + Cargonet AS (FO)	JBV : Jernbaneverket NSB AS : Norges Statbaner AS Cargonet AS
14	Portugal (PT)	REFER (IM) 1997 CP (RU) 1997	CP (IC) = en 1996 REFER (IM)+ CP (RU)	REFER : Rede Ferroviaria Nacional E.P.
15	Suède (SE)	BV (IM) 1988 SJ AB (PO) 2002 Green Cargo (FO) 2002	SJ (IC) = en 1987 BV (IM) + SJ (RU) <hr/> SJ (RU) = en 2001 SJ AB (PO) + Green Cargo (FO)	SJ AB : Statens Järnvägar AB BV : BanVerket Green Cargo

Rapport de l'UIC (2001), IC : Compagnie intégrée, à la fois gestionnaire de l'infrastructure et opérateur de transport de voyageurs et du fret ; IM : gestionnaire d'infrastructure ; RU : entreprise ferroviaire, opérateur de transport de voyageurs et de marchandises ; PO : opérateur de transport de voyageurs ; FO : opérateur de transport de marchandises.

Annexe 3

Capacités moyennes de chargement du matériel roulant et part du fret dans l'activité ferroviaire														
		Moyenne	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Autriche	CMP	66	63	63	64	64	64	64	73	72	66	66	67	69
	CMT	40	35	36	36	38	39	40	41	41	42	42	44	43
	fret	0,77	0,76	0,77	0,73	0,75	0,75	0,75	0,75	0,79	0,80	0,80	0,82	0,82
Belgique	CMP	87	89	89	90	89	90	88	87	86	86	85	85	85
	CMT	49	44	44	44	49	48	49	50	50	51	51	52	53
	fret	0,71	0,74	0,73	0,73	0,72	0,73	0,71	0,70	0,70	0,70	0,69	0,69	0,66
Danemark	CMP	61	61	62	59	61	59	60	61	61	61	61	61	61
	CMT	31	32	33	32	33	31	32	34	32	32	32	23	23
	fret	0,44	0,43	0,45	0,46	0,44	0,42	0,45	0,43	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45
Finlande	CMP	66	67	68	67	67	66	65	65	65	65	66	67	68
	CMT	41	38	39	39	40	40	40	40	41	42	42	43	44
	fret	0,86	0,84	0,83	0,84	0,87	0,87	0,85	0,86	0,87	0,87	0,86	0,87	0,87
France	CMP	81	83	82	83	81	79	79	80	80	80	81	81	81
	CMT	47	44	44	45	45	47	47	48	48	49	50	50	50
	fret	0,64	0,63	0,64	0,63	0,62	0,64	0,65	0,64	0,66	0,65	0,64	0,64	0,61
Allemagne	CMP	69	71	71	71	71	68	69	72	64	73	69	66	68
	CMT	40	36	36	37	38	38	39	36	39	44	41	45	49
	fret	0,72	0,78	0,76	0,77	0,71	0,72	0,72	0,72	0,73	0,69	0,68	0,70	0,69
Grèce	CMP	61	64	64	64	64	64	66	66	51	56	56	56	56
	CMT	28	24	24	24	24	24	24	24	33	41	34	33	28
	fret	0,33	0,40	0,38	0,37	0,39	0,30	0,29	0,30	0,27	0,31	0,31	0,33	0,32
Italie	CMP	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	77	77	76
	CMT	41	36	38	39	39	40	39	43	43	43	43	44	49
	fret	0,52	0,49	0,52	0,50	0,51	0,51	0,52	0,51	0,53	0,57	0,55	0,52	0,51
Luxembourg	CMP	85	88	86	86	86	85	85	85	85	85	85	85	85
	CMT	45	41	42	43	43	45	45	46	46	47	47	48	52
	fret	0,82	0,87	0,86	0,86	0,84	0,83	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,79
Pays-Bas	CMP	72	67	67	69	73	73	75	74	75	73	72	74	76
	CMT	36	33	34	34	38	40	40	36	36	36	36	36	36
	fret	0,34	0,38	0,31	0,29	0,28	0,30	0,33	0,33	0,34	0,37	0,36	0,37	0,37
Norvège	CMP	55	49	59	49	62	62	50	50	50	50	40	70	71
	CMT	33	30	31	30	31	32	33	33	33	38	35	35	35
	fret	0,71	0,73	0,73	0,73	0,73	0,71	0,72	0,80	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67
Portugal	CMP	78	79	76	76	75	77	75	75	76	76	73	72	107
	CMT	36	32	32	32	33	38	38	38	39	38	36	40	40
	fret	0,46	0,36	0,39	0,41	0,41	0,42	0,48	0,48	0,52	0,50	0,53	0,51	0,50
Espagne	CMP	64	62	62	61	62	64	66	66	67	69	65	62	64
	CMT	40	35	36	37	41	35	39	41	41	42	44	44	48
	fret	0,58	0,60	0,59	0,56	0,52	0,56	0,59	0,58	0,59	0,59	0,58	0,58	0,57
Suède	CMP	61	61	60	64	64	60	60	61	61	61	62	61	61
	CMT	29	32	33	34	32	30	3	36	30	33	30	30	30
	fret	0,86	0,87	0,88	0,89	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,83	0,82	0,81	0,85
Suisse	CMP	73	69	71	71	72	58	61	73	74	82	86	87	73
	CMT	36	33	33	34	34	35	39	39	37	34	38	38	38
	fret	0,61	0,62	0,60	0,59	0,58	0,60	0,61	0,59	0,60	0,61	0,62	0,65	0,64

CMP : capacité moyenne d'une voiture de passagers ; CMT : capacité moyenne d'un wagon de fret ; fret : part du fret dans l'activité totale

Annexe 4

		Productivités partielles des facteurs de production												
		Moyenne	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Autriche	<i>Eq</i>	0,68	0,46	0,45	0,43	0,46	0,59	0,68	0,78	0,79	0,82	0,84	0,93	0,93
	<i>Staff</i>	0,30	0,24	0,24	0,24	0,23	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,39	0,42
	<i>Net</i>	3,05	2,82	2,80	2,81	2,64	2,92	3,05	3,06	3,08	3,13	3,19	3,52	3,62
Belgique	<i>Eq</i>	0,55	0,36	0,36	0,36	0,54	0,57	0,54	0,63	0,65	0,66	0,65	0,66	0,60
	<i>Staff</i>	0,26	0,25	0,25	0,25	0,24	0,26	0,25	0,25	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26
	<i>Net</i>	3,15	3,25	3,23	3,24	3,10	3,26	3,07	3,05	3,10	3,11	3,08	3,21	3,10
Danemark	<i>Eq</i>	0,85	0,65	0,64	0,62	0,66	0,81	0,71	0,73	0,90	1,01	1,12	1,12	1,20
	<i>Staff</i>	0,26	0,19	0,19	0,19	0,20	0,22	0,25	0,24	0,29	0,31	0,31	0,34	0,39
	<i>Net</i>	1,80	1,63	1,65	1,66	1,64	1,90	1,67	1,59	1,84	1,88	1,78	2,09	2,22
Finlande	<i>Eq</i>	0,71	0,59	0,53	0,54	0,64	0,69	0,64	0,67	0,80	0,83	0,83	0,87	0,88
	<i>Staff</i>	0,68	0,46	0,44	0,46	0,55	0,62	0,64	0,69	0,79	0,81	0,83	0,91	0,92
	<i>Net</i>	1,77	1,60	1,48	1,50	1,71	1,83	1,65	1,75	1,94	1,94	1,93	1,99	1,94
France	<i>Eq</i>	1,02	0,75	0,77	0,80	0,76	0,90	0,90	1,00	1,10	1,21	1,28	1,40	1,35
	<i>Staff</i>	0,42	0,39	0,38	0,39	0,36	0,40	0,39	0,42	0,46	0,47	0,47	0,49	0,46
	<i>Net</i>	2,47	2,31	2,31	2,33	2,14	2,28	2,28	2,36	2,52	2,57	2,81	2,96	2,80
Allemagne	<i>Eq</i>	0,52	0,33	0,31	0,31	0,36	0,46	0,51	0,52	0,60	0,68	0,69	0,72	0,79
	<i>Staff</i>	0,38	0,26	0,26	0,22	0,25	0,30	0,33	0,37	0,43	0,51	0,38	0,61	0,64
	<i>Net</i>	2,59	3,11	2,53	2,19	2,21	2,35	2,30	2,30	2,58	2,78	2,76	3,01	2,99
Grèce	<i>Eq</i>	0,17	0,13	0,12	0,12	0,11	0,09	0,08	0,09	0,12	0,31	0,26	0,32	0,29
	<i>Staff</i>	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08	0,10	0,10	0,09	0,10	0,12	0,12
	<i>Net</i>	0,49	0,60	0,58	0,57	0,51	0,41	0,40	0,45	0,46	0,44	0,45	0,53	0,49
Italie	<i>Eq</i>	0,51	0,39	0,43	0,45	0,42	0,49	0,53	0,57	0,60	0,54	0,54	0,59	0,55
	<i>Staff</i>	0,32	0,20	0,23	0,26	0,25	0,32	0,36	0,37	0,39	0,37	0,38	0,38	0,39
	<i>Net</i>	2,71	2,48	2,61	2,70	2,48	2,79	2,93	2,87	2,96	2,69	2,69	2,70	2,62
Luxembourg	<i>Eq</i>	0,29	0,27	0,28	0,27	0,27	0,31	0,27	0,28	0,31	0,30	0,32	0,30	0,26
	<i>Staff</i>	0,22	0,20	0,20	0,20	0,22	0,24	0,20	0,21	0,23	0,23	0,25	0,25	0,23
	<i>Net</i>	2,62	2,61	2,66	2,53	2,64	2,82	2,39	2,40	2,55	2,59	2,73	2,85	2,70
Pays-Bas	<i>Eq</i>	1,47	1,10	1,39	1,32	1,28	1,25	1,26	1,29	1,60	1,68	1,63	1,72	2,15
	<i>Staff</i>	0,36	0,31	0,37	0,34	0,34	0,35	0,35	0,37	0,38	0,39	0,35	0,39	0,42
	<i>Net</i>	3,48	2,88	3,55	3,51	3,46	3,38	3,43	3,46	3,53	3,61	3,55	3,71	3,67
Norvège	<i>Eq</i>	0,81	0,53	0,56	0,60	0,71	0,73	0,80	0,76	0,86	1,01	1,04	1,07	1,08
	<i>Staff</i>	0,32	0,26	0,30	0,30	0,31	0,29	0,30	0,30	0,33	0,34	0,35	0,37	0,39
	<i>Net</i>	0,97	1,72	0,90	0,93	0,97	0,93	0,94	0,82	0,88	0,90	0,88	0,86	0,87
Portugal	<i>Eq</i>	0,78	0,72	0,76	0,78	0,77	0,81	0,82	0,72	0,80	0,76	0,72	0,80	0,88
	<i>Staff</i>	0,28	0,18	0,20	0,21	0,28	0,29	0,33	0,30	0,33	0,32	0,21	0,34	0,36
	<i>Net</i>	1,43	1,30	1,35	1,41	1,34	1,46	1,47	1,36	1,50	1,47	1,47	1,52	1,51
Espagne	<i>Eq</i>	0,66	0,54	0,52	0,50	0,51	0,51	0,62	0,65	0,72	0,80	0,81	0,83	0,87
	<i>Staff</i>	0,45	0,35	0,34	0,33	0,34	0,37	0,43	0,45	0,51	0,54	0,57	0,59	0,62
	<i>Net</i>	1,40	1,39	1,32	1,20	1,13	1,19	1,36	1,36	1,50	1,55	1,59	1,62	1,65
Suède	<i>Eq</i>	1,10	0,88	0,92	1,12	1,19	1,13	0,14	1,33	1,17	1,33	1,27	1,34	1,36
	<i>Staff</i>	1,06	0,74	0,78	0,84	0,91	0,97	1,01	1,00	0,87	0,95	1,01	1,80	1,78
	<i>Net</i>	1,96	1,96	1,87	2,12	2,13	2,20	2,18	2,12	1,74	1,77	1,79	1,84	1,82
Suisse	<i>Eq</i>	0,73	0,55	0,57	0,54	0,54	0,62	0,67	0,67	0,76	0,85	0,93	1,01	0,99
	<i>Staff</i>	0,42	0,34	0,35	0,33	0,33	0,38	0,39	0,38	0,43	0,46	0,51	0,57	0,60
	<i>Net</i>	4,58	4,24	4,44	4,17	4,04	4,33	4,32	4,07	4,48	4,72	5,01	5,29	5,86

Eq : productivité partielle du matériel roulant ; *Staff* : productivité partielle du personnel ; *Net* : productivité partielle du réseau ferré

Annexe 5

Indices d'efficience technique – Modèle 2													
	Moyenne	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<i>Belgique</i>	0,949	0,943	0,942	0,941	0,948	0,952	0,947	0,948	0,948	0,958	0,955	0,956	0,952
<i>France</i>	0,945	0,938	0,937	0,938	0,928	0,935	0,936	0,940	0,956	0,957	0,959	0,960	0,957
<i>Suède</i>	0,944	0,952	0,952	0,960	0,960	0,957	0,849	0,960	0,947	0,951	0,949		
<i>Luxembourg</i>	0,942	0,945	0,945	0,941	0,944	0,947	0,936	0,937	0,941		0,945	0,945	0,940
<i>Finlande</i>	0,941	0,924	0,915	0,919	0,935	0,940	0,947			0,957	0,957	0,959	0,959
<i>Suisse</i>	0,939	0,931	0,932	0,927	0,924	0,916	0,929	0,938	0,944	0,951	0,959	0,963	0,957
<i>Autriche</i>	0,920	0,885	0,884	0,882	0,881	0,905	0,916	0,934	0,950	0,947	0,948	0,956	0,956
<i>Pays-Bas</i>	0,905	0,893	0,913	0,908									
<i>Allemagne</i>	0,899	0,887	0,856	0,818	0,835	0,904	0,911	0,914		0,944	0,926	0,944	0,950
<i>Italie</i>	0,894	0,822	0,858	0,868	0,854	0,890	0,903	0,908	0,913	0,930	0,928	0,928	0,929
<i>Espagne</i>	0,861			0,746	0,754	0,756	0,847	0,898	0,915	0,926	0,922	0,919	0,929
<i>Portugal</i>	0,838	0,732	0,741	0,760	0,791	0,844	0,865	0,831	0,907	0,895	0,846	0,899	0,939
<i>Norvège</i>	0,793	0,795	0,757	0,691	0,804	0,783	0,728	0,805	0,791	0,832	0,762	0,883	0,888
<i>Danemark</i>	0,766	0,674	0,682	0,715	0,722						0,851	0,837	0,880
<i>Grèce</i>	0,250	0,289	0,277	0,288	0,268	0,205	0,198	0,218	0,214	0,288	0,253		0,248

This yearly series of working papers (WP) aims to publish essentially works in English or in French resulting from the scientific network of CIRIEC and more specifically its working groups. The WP are submitted to a review process and are published under the responsibility of the President of the International Scientific Council, the president of the scientific Commissions or the working groups coordinators and of the editor of the CIRIEC international scientific journal, the *Annals of Public and Cooperative Economics*.

These contributions may be published afterwards in a scientific journal or book.

The contents of the working papers do not involve CIRIEC's responsibility but solely the author(s)' one.

The submissions are to be sent to CIRIEC, Université de Liège au Sart Tilman, Bât B33 (bte 6), BE-4000 Liège, Belgique.

Cette collection annuelle de Working Papers (WP) est destinée à accueillir essentiellement des travaux en français ou en anglais issus du réseau scientifique du CIRIEC et en particulier de ses groupes de travail. Les WP font l'objet d'une procédure d'évaluation et sont publiés sous la responsabilité du président du Conseil scientifique international, des présidents des Commissions scientifiques ou des coordinateurs des groupes de travail et de la rédactrice de la revue scientifique internationale du CIRIEC, les *Annales de l'économie publique, sociale et coopérative*.

Ces contributions peuvent faire l'objet d'une publication scientifique ultérieure.

Le contenu des WP n'engage en rien la responsabilité du CIRIEC mais uniquement celle du ou des auteurs.

Les soumissions sont à envoyer à l'adresse du CIRIEC, Université de Liège au Sart Tilman, Bât B33 (bte 6), BE-4000 Liège, Belgique.

Publications

- 2008/01 L'économie sociale dans l'Union européenne
Rafael CHAVES & José Luis MONZÓN CAMPOS
- 2008/02 The Social Economy in the European Union
Rafael CHAVES & José Luis MONZÓN CAMPOS
- 2008/03 An analysis of the relationship between the credit union board and the manager – The managers perspective
Kathleen PRENDERGAST, Noreen BYRNE & Michael WARD
- 2008/04 L'économie sociale en France dans une perspective européenne
Edith ARCHAMBAULT
- 2008/05 Economie Sociale : une pratique de régulation territoriale
Philippe VAESKEN & Maria ZAFIROPOULOU
- 2008/06 Strategic Management in Social Economy – an overview of Social Solidarity Cooperatives in Portugal
Isabel NICOLAU & Ana SIMAENS
- 2008/07 Quelle gouvernance partenariale dans les banques coopératives françaises ? Marché, réseau et proximité
Nadine RICHEZ-BATTESTI, Jean-Noël ORY & Patrick GIANFALDONI
- 2008/08 Local Public Transport in Italy: the Long Tortuous Way of a Tentative Reform
Franco OSCULATI & Andrea ZATTI
- 2008/09 L'efficience du secteur ferroviaire européen : analyse stochastique des effets de la réforme et de la qualité des services
Achraf TARSIM

CIRIEC (International Centre of Research and Information on the Public, Social and Cooperative Economy) is a non governmental international scientific organization.

Its **objectives** are to undertake and promote the collection of information, scientific research, and the publication of works on economic sectors and activities oriented towards the service of the general and collective interest: action by the State and the local and regional public authorities in economic fields (economic policy, regulation); public utilities; public and mixed enterprises at the national, regional and municipal levels; the so-called "social economy" (not-for-profit economy, cooperatives, mutuals, and non-profit organizations); etc.

In these fields CIRIEC seeks to offer information and opportunities for mutual enrichment to practitioners and academics and for promoting international action. It develops activities of interest for both managers and researchers.

Le CIRIEC (Centre International de Recherches et d'Information sur l'Economie Publique, Sociale et Coopérative) est une organisation scientifique internationale non gouvernementale.

Ses **objectifs** sont d'assurer et de promouvoir la collecte d'informations, la recherche scientifique et la publication de travaux concernant les secteurs économiques et les activités orientés vers le service de l'intérêt général et collectif : l'action de l'Etat et des pouvoirs publics régionaux et locaux dans les domaines économiques (politique économique, régulation) ; les services publics ; les entreprises publiques et mixtes aux niveaux national, régional et local ; l'économie sociale : coopératives, mutuelles et associations sans but lucratif ; etc.

Le CIRIEC a pour but de mettre à la disposition des praticiens et des scientifiques des informations concernant ces différents domaines, de leur fournir des occasions d'enrichissement mutuel et de promouvoir une action et une réflexion internationales. Il développe des activités qui intéressent tant les gestionnaires que les chercheurs scientifiques.



International Centre of Research and Information on the Public, Social and Cooperative Economy - aisbl
Centre international de Recherches et d'Information sur l'Economie Publique, Sociale et Coopérative - aisbl

Université de Liège au Sart-Tilman
Bât. B33 - bte 6
BE-4000 Liège (Belgium)

Tel. : +32 (0)4 366 27 46
Fax : +32 (0)4 366 29 58
E-mail : ciriec@ulg.ac.be
<http://www.ciriec.ulg.ac.be>