

## Annexe 13

### Les modèles relatifs au transport combiné

#### Annexe 13.1 : Modèle d'optimisation de la localisation d'une plate-forme rail-route

Source : *TN Sofres pour le compte de RFF, année 1999*

L'objectif de cette modélisation est d'évaluer l'intérêt relatif de deux sites pour l'implantation d'une plate-forme de transport combiné dans le nord / nord-est de la région parisienne :

- SAINT-MARD-JUILLY-THIEUX (77420), dit « SAINT-MARD », création d'une nouvelle plate-forme ;
- VAIRES-SUR-MARNE (77479), dit « VAIRES », sur la base d'une plate-forme existante.

#### ◆ La méthode

Elle se décompose en trois phases :

- caractérisation des isochrones<sup>1</sup> des temps d'accès routiers aux deux sites ;
- flux accessibles pour chacun des deux sites<sup>2</sup>, par isochrone, par origine/destination et par nature de marchandises. Seuls les flux routiers sont étudiés ;
- enquêtes auprès d'une vingtaine de transporteurs et opérateurs routiers pour recueillir leur opinion sur le potentiel des deux sites.

---

(1) 30, 60, 90 et 120 minutes.

(2) Option zone d'attraction « large » : les départements 02, 60, 75, 77, 78, 80, 91, 92, 93, 94 et 95. Option zone d'attraction « réduite » : seulement le sud de l'Aisne (02), Oise (60), Nord de la Seine-et-Marne (77), sud de la Somme (80), nord des Hauts-de-Seine (92), nord de la Seine-Saint-Denis (93) et Val d'Oise (95).

Les paramètres définissant ces isochrones sont les suivants :

- deux années : 1997 et 2005, pour tenir compte des évolutions des infrastructures de la région parisienne ;
- quatre types d'isochrones : < 30 minutes, < 60 minutes, < 90 minutes et < 120 minutes ;
- deux périodes de la journée :
  - l'heure de pointe du matin (6 h – 9 h), « HPM », correspond au temps d'accès pour aller par la route d'un site vers une commune (correspondant à des importations et entrées de marchandises de la province ou étranger vers la région parisienne),
  - l'heure de pointe du soir (17 h – 18 h), « HPS », correspond au temps d'accès d'une commune de la région parisienne vers un site.

TN SOFRES a utilisé pour cela le modèle de prévision de trafic réalisé par SETEC International pour le compte de la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile de France.

**Afin de simuler le trafic aux horizons futurs**, la programmation envisagée par la DREIF, dans le cadre du Schéma Directeur d'Ile-de-France, a permis de compléter la modélisation du réseau routier actuel avec les projets routiers attendus aux horizons 2000, 2005, 2010 ou 2015.

◆ Les flux captables

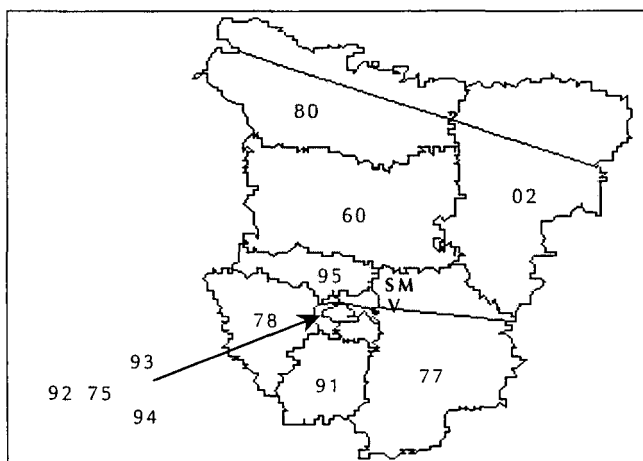
**Les données SITRAM** permettent d'obtenir des données de flux de marchandises par la route, selon :

- Zone d'attraction située autour de chacun des deux sites :
  - option zone d'attraction « large » : 11 départements<sup>1</sup>, zones blanche et grisées,
  - option zone d'attraction « réduite » : 7 départements<sup>2</sup>, zone grisée seulement.

---

(1) 02, 60, 75, 77, 78, 80, 91, 92, 93, 94, 95.

(2) Sud du 02, 60, nord du 77, sud du 80, nord du 92, nord du 93, 95.



- Entrées/sorties : 41 départements français (au-delà de 400km) et 5 pays étrangers (Italie, Allemagne, Espagne, Pays-Bas, Angleterre) ;
- Code NST<sup>1</sup> deux chiffres (57 postes). Seules les marchandises accessibles au transport combiné ont été retenues (30 postes), subdivisées en « favorables » et « très favorables ». Par exemple, les fruits et légumes (3) sont classés en « très favorables » et le sucre brut/raffiné (11) en « favorable ».

**Les données d'emplois de l'INSEE**, détaillée par commune, permettent de répartir les flux de marchandises au niveau de chaque commune, selon les emplois :

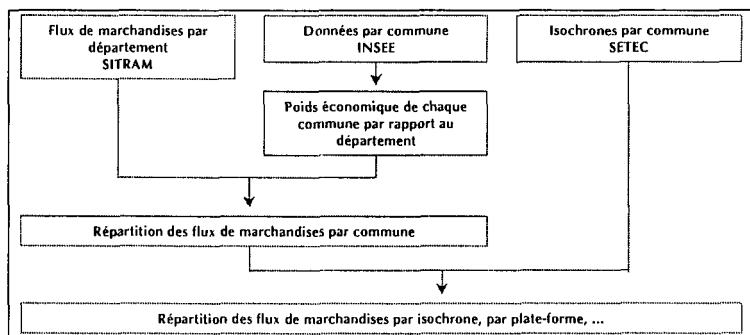
- de l'agriculture/la sylviculture/la pêche ;
- industriels : agro-alimentaires, biens de consommation, automobile, biens d'équipements et biens intermédiaires ;
- BTP ;
- de l'énergie ;
- du commerce et de la distribution.

---

(1) Liste détaillée en annexe.

Sur la base de ces trois sources d'informations, TAYLOR NELSON SOFRES Consulting a mis au point la méthode suivante pour évaluer les flux de marchandises.

### Méthode d'évaluation des flux



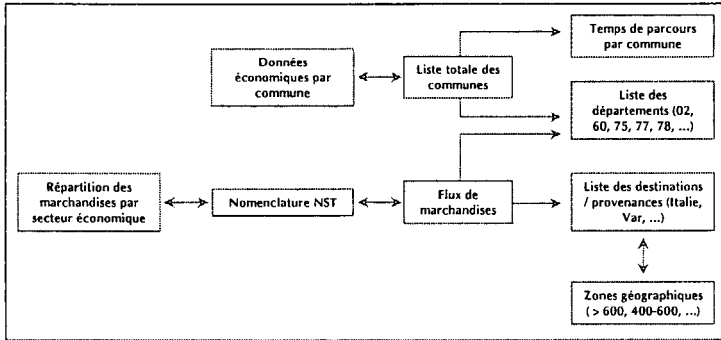
#### ◆ La clé de répartition

Une « clé de répartition » permet de ventiler les flux départementaux de marchandises par commune. Le critère le mieux approprié est l'emploi. Une analyse détaillée de ces deux sources a permis de conclure que « le fichier RP 90 est plus fiable que le fichier SIRENE pour effectuer la répartition des flux de marchandises par commune, pour les raisons suivantes :

#### ◆ La base de données et les requêtes

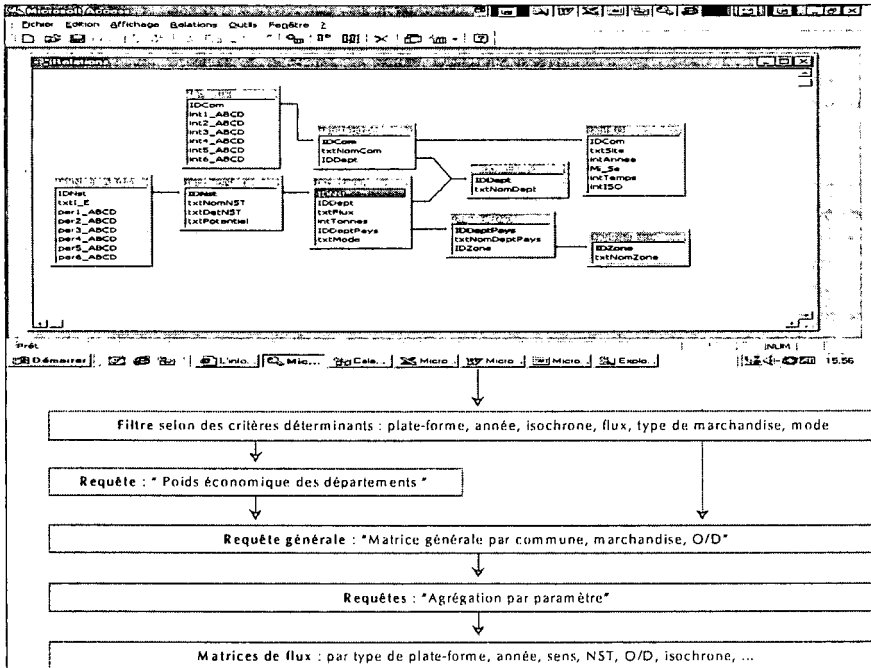
TN SOFRES Consulting a programmé des requêtes sur le logiciel Access Microsoft, gestionnaire de base de données (compatible Excel). Le schéma général est présenté ci-après.

### Schéma général de la base de données Sofres



A partir des 9 tables, des requêtes permettent d'extraire les données de flux de marchandises par site selon des paramètres prédéfinis.

### Schéma d'extraction des données



◆ Synthèse des résultats

*Zone d'attraction large*

En 1997, Saint-Mard offre un potentiel de trafic supérieur à Vaires sur les départs (vers la Province et l'étranger). Cette différence est encore plus significative si on ne raisonne que sur les marchandises « très favorables ». En effet, le nord de la région parisienne comporte globalement un nombre plus élevé d'entreprises exportatrices de marchandises (généralement des produits de base ou des demi-produits industriels) que le sud et l'est parisien, ces derniers étant globalement plus spécialisés sur des flux « entrants » correspondant à des activités de transformation et de distribution.

**Comparaison des flux potentiels accessibles à Saint-Mard et Vaires**

Zone d'attraction large, base de comparaison : isochrone 60 minutes, les données sont exprimées en millions de tonnes, Saint-Mard puis Vaires

	Marchandises favorables et très favorables / infrastructures de 1997	Marchandises « très favorables » / infrastructures de 1997	Marchandises favorables et très favorables / infrastructures de 2005
Arrivées	SM ≈ V	SM ≈ V	SM > V
	4,8 ≈ 4,9	1,1 ≈ 1,2	3,8 > 3,1
Départs	SM >> V	SM >> V	SM >> V
	4,4 >> 3,0	0,8 >> 0,5	3,4 >> 1,2
Total	SM > V	SM > V	SM >> V
	9,2 > 7,9	1,9 > 1,7	7,2 >> 4,3

L'amélioration des infrastructures routières en région parisienne entre 1997 et 2005 ne permettra pas d'absorber totalement l'augmentation du trafic routier. Ce déséquilibre croissant entre l'« offre » et la « demande » de transport routier à l'horizon 2005 aura un impact plus négatif (entre - 15 % et - 50 % selon l'isochrone considérée) sur le potentiel de flux de marchandises accessible à Vaires que sur le potentiel de Saint-Mard.

En effet, Vaires, plus près de Paris, est dans une zone où le trafic routier est saturé aux heures de pointe. Saint-Mard est moins pénalisé et offre un potentiel de flux dans tous les cas supérieur à celui de Vaires en 2005.

*Zone d'attraction réduite*

Cette option est la plus réaliste car elle exclue les communes dont les flux de marchandises sont actuellement captés par les plates-formes du sud de la région parisienne (Valenton, Pompadour, ...).

Dans tous les cas (départs, arrivées, 1997, 2005, marchandises très favorables), Saint-Mard offre un potentiel de flux de marchandises accessibles nettement supérieur à celui de Vaires.

En effet, la zone d'attraction « réduite » de Vaires n'inclut pas les communes du sud de la région parisienne (77, 91 et 94) qui génèrent des flux importants. Ces derniers sont actuellement captés par les plates-formes existantes qui se trouvent en concurrence avec Vaires.

De plus, Saint-Mard tire l'essentiel de son trafic des entreprises du nord de la région parisienne (02, 60, 80 et 95). Or ces dernières sont quasiment inaccessibles à partir de Vaires en moins de 60 minutes par camion et le seront encore moins d'ici l'an 2005 (saturation du trafic).

**Flux potentiels de Saint-Mard et Vaires**

Zone d'attraction réduite, base de comparaison : isochrone 60 minutes, données exprimées en millions de tonnes, Saint-Mard puis Vaires

	Marchandises favorables et très favorables / infrastructures de 1997	Marchandises « très favorables » / infrastructures de 1997	Marchandises favorables et très favorables / infrastructures de 2005
<b>Arrivées</b>	SM >> V		
	3,4 >> 1,7	0,7 >> 0,3	3,3 >> 1,2
<b>Départs</b>	SM >> V		
	3,0 >> 1,1	0,5 >> 0,2	2,9 >> 0,7
<b>Total</b>	SM >> V		
	6,4 >> 2,8	1,2 >> 0,5	6,2 >> 1,9

En définitive, compte tenu des hypothèses supplémentaires :

- départements accessibles depuis une plate-forme ;
- part de marché de 20 % en moyenne par O/D ;
- seuil de 100.000 tonnes dans chaque sens et regroupement par axe.

Le flux de marchandises accessible réel de Saint-Mard s'élèverait à environ 600.000 tonnes pour les arrivées et à environ 500.000 tonnes pour les départs (soit 1.100.000 tonnes au total).

Le potentiel de Vaires est d'environ de moitié, 300.000 tonnes pour les arrivées et 200.000 tonnes pour les départs (soit 500.000 tonnes au total).

#### ◆ Conclusion

L'analyse des flux potentiels accessibles donne un avantage à Saint-Mard sur la base de la situation 1997. A l'horizon 2005, et pour une zone d'attraction réduite, Saint-Mard offre un potentiel accessible nettement supérieur à Vaires.

Saint-Mard aurait un potentiel maximum d'environ 1.1 millions de tonnes (0.6 départs + 0.5 arrivées). En revanche, Vaires aurait un potentiel de seulement 0.5 millions de tonnes (0.3 départs + 0.2 arrivées).

L'étude de flux accessibles menée par TN SOFRES Consulting a pris pour hypothèse que les contraintes liées aux infrastructures ferroviaires sont équivalentes pour les deux sites de Saint-Mard et Vaires. Or, dans l'état actuel des choses, Saint-Mard semble pénalisé par rapport à Vaires. En effet, d'après les discussions menées avec RFF, le trajet ferroviaire depuis (et vers) les principales origines / destinations serait plus long d'environ ½ heure pour les destinations du « sud », en particulier. Ce gain pour Vaires n'est pas équivalent à un accroissement de l'isochrone 60 car le temps d'accès à la plate-forme ne doit pas excéder 1 heure. Toutes choses égales par ailleurs, le plan de transport de Saint-Mard sera par conséquent plus « serré » que celui de Vaires.

En outre, les entretiens auprès des transporteurs routiers mettent en lumière que le temps d'acheminement global est un élément important dans leur choix du mode de transport.

Par conséquent, si Saint-Mard est choisi pour son potentiel de trafic supérieur à Vaires, RFF devra s'assurer que l'infrastructure ferroviaire à Saint-Mard est à la hauteur des exigences des transporteurs pour donner à ce site un réel potentiel de développement.



## **Annexe 13.2 – Modélisation de l'impact socio-économique de la mise au gabarit b1 d'un axe lourd de fret**

*Source : TN Sofres, année 2000*

L'objectif est de réaliser l'évaluation économique et financière de la mise au gabarit B1 d'un axe lourd de fret ferroviaire, afin de déterminer l'intérêt socio-économique du projet (pour chacun des profils d'acteurs économiques concernés et pour la collectivité).

La méthode utilisée comporte les étapes suivantes \*:

- définition des caractéristiques de l'investissement nécessaire pour la mise au gabarit B1 ;
- prévision d'évolution du trafic de transport combiné sur l'axe concerné dans la situation de référence \*\*, par mode, sur la période 2005-2030, selon trois scénarios de prévision de trafic et de répartition modale ;
- prévision d'évolution du trafic de transport combiné sur l'axe considéré dans le cas de la mise au gabarit B1, par mode, sur la période 2005-2030, selon trois scénarios de prévision de trafic ;
- évaluation de l'impact de la mise au gabarit B1 sur la structure du trafic ferroviaire, sur la charge annuelle tractée et sur le nombre de trains nécessaires ;
- évaluation des coûts/recettes prévisionnels liés à la mise au gabarit B1 sur la période 2005-2030, par catégorie d'acteurs. Analyse de l'impact de l'investissement (coûts/avantages) sur chaque profil d'acteur (chargeurs, entreprises de transport, RFF) et sur la collectivité ;
- évaluation des effets externes (sécurité, pollution sonore, effet de serre) ;
- évaluation de la rentabilité financière de l'investissement.

Les sources suivantes ont été utilisées :

- la base de données SITRAM (pour les flux import-export) ;
- les statistiques COMEXT (pour les flux transitant à travers la France) ;
- les données de l'étude « flux terrestres de marchandises en transit ou en échange à travers les Alpes françaises et les Pyrénées en 1999 » réalisée par le ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement ;
- les statistiques publiées par l'Office fédéral du développement territorial (Berne, Suisse).

Des entretiens auprès d'experts de la SNCF, de chargeurs, de transporteurs routiers et d'opérateurs autoroutiers ont permis de préciser les coûts d'exploitation et de maintenance et de valider les hypothèses associées aux scénarios.

Les séries historiques et les tendances d'évolution des principaux agrégats économiques (consommation des ménages, ...) ont été obtenues auprès de l'INSEE et du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement.

Trois scénarios à l'horizon 2030 ont été bâtis dans le cadre de cette étude. Ils tiennent compte des facteurs qui auront une influence déterminante sur les flux totaux et sur les flux captés par le transport combiné dans le cas de la mise au gabarit B1 de l'axe concerné.

Dans le scénario « minimum », les échanges de marchandises à travers les Alpes françaises du nord connaîtront une croissance modérée, due à une évolution des PIB plutôt faible sur la période considérée. De plus, l'évolution du partage modal à long-terme sera marquée par la décroissance régulière de la part du rail au profit de la route dans les échanges internationaux, comme cela a été le cas au cours des 20 dernières années. Enfin, l'impact de la mise au gabarit B1 de l'axe Dijon-Modane sera limité par les fortes contraintes de gabarit qui subsisteront, en particulier en Grande-Bretagne et en Espagne (pour ce dernier pays, les contraintes seront dues aux problèmes d'écartement des voies).

Le scénario « médian » traduit un renversement de tendance par rapport au scénario minimum. Il est fondé sur une croissance plus soutenue des flux totaux de marchandises à travers les Alpes du nord françaises, et sur l'hypothèse que le développement du transport combiné sera stimulé par des mesures incitatives et réglementaires.

Dans le scénario « maximum », on assiste à une véritable rupture par rapport à l'évolution passée, qui se traduira par le « décollage » du transport combiné, sous l'effet de mesures volontaristes destinées à renforcer la compétitivité du rail.

Les facteurs d'évolution du trafic en vue de la quantification des scénarios pour la modélisation sont au nombre de six :

Deux facteurs sont liés à l'évolution des flux totaux de marchandises sur l'axe considéré. Il s'agit :

- de la croissance des flux transalpins à travers les passages routiers du tunnel du Mont-Blanc et du tunnel du Fréjus, et à travers le passage ferroviaire du Mont-Cenis ;
- du différentiel de croissance du transport combiné par rapport au flux total transalpin en France.

Quatre autres facteurs sont liés à l'évolution du trafic captable par le transport combiné dans la situation « mise au gabarit B1 » de l'axe concerné. Il s'agit :

- de la nature des marchandises captées ;
- de la vitesse de réalisation du captage des flux ;
- des limitations de gabarit dans certains pays ;
- de la croissance de la part de la grande dimension dans le transport routier.

Pour les besoins de la modélisation, chaque scénario a été « traduit » sous la forme d'une combinaison d'hypothèses relatives aux six facteurs d'évolution décrits ci-dessus. Ces hypothèses sont explicitées dans le tableau de la page suivante :

Dans le scénario « médian », la prévision d'évolution des flux totaux dans la situation « mise au gabarit B1 » conduit à une augmentation des flux captés (par rapport à la situation de référence) égale à :

⇒ + 6 % en 2010

⇒ +11,5 % en 2020

⇒ +12 % en 2030

Le calcul du nombre de trains (ou de wagons) supplémentaires nécessaires pour acheminer les flux captés dans le cas « mise au gabarit B1 » est basé sur les hypothèses suivantes :

- le volume transporté par caisse mobile au gabarit B1 est de 100 m<sup>3</sup> contre 85 m<sup>3</sup> en moyenne actuellement, soit un gain de 17,6 % en volume,
- le gain en poids correspondant n'est que de 14 % car la densité des marchandises captées (280 kg/m<sup>3</sup>) est inférieure à la moyenne des flux (toutes natures de marchandises confondues : 350 kg/m<sup>3</sup>),

### Annexe 13.3 – Evaluation comparative des terminaux rail-route existants et innovants

Source : A.Baillis, J. Golias (*Department of transportation planning and engineering, national technical university of athens*) *transportation research part a 36 (2002) 593-611*

« Comparative evaluation of existing and innovative rail-road freight transport terminals »

The paper evaluates technical and logistics developments that could lead to increased economic and technical efficiency of rail-road transport terminals. The main design parameters are identified (length and utilisation of transshipment tracks, train and truck arrival behaviour/patterns, type and number of handling equipment, mean stacking height in the storage area, terminal access system and procedures) and analysed. A comparative evaluation of selected conventional and advanced technologies is performed by use of an analysis tool that was developed on purpose. This tool consists of three modules (an expert system, a simulation model and a cost calculation module). The overall outcome of the analysis is a number of cost-versus-volume curves for various terminal configurations. The paper concludes with two groups of results: (a) a comparative evaluation of conventional and advanced technologies that reveals similarities in terms of track numbers and the associated area requirements as well as differences in terms of layout flexibility, number of equipment, stacking policies and personnel requirements. Each design is proved effective for a certain cargo volume range. (b) A critical assessment of terminal capacity issues. It is identified that the capacity limitations are imposed mainly by the sidings/transshipment track sub-system rather than by the handling equipment. © 2002 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

*Keywords:* Rail-road freight transport terminals; Conventional/innovative handling equipment; Expert systems; Simulation

#### ◆ Competitive evaluation in terms of cost

The second group of results concerns the comparative evaluation of mutual competitive configurations (conventional versus advanced but also conventional versus (other) conventional) in terms of cost.

Fig. 5 shows the overall outcome of the modelling and cost calculation procedure, namely the cost-versus-volume curves. Each curve is associated to a technological solution and to specific train/truck synchronisation technique (truck arrivals adjusted to train arrival or to ITU availability). Three types of conventional gantry cranes having different basic handling rates (22, 24 and 28 ITUs/h) and purchase costs are used. All terminals were designed with dynamic capacity capabilities. These curves enable the identification of the limitations for each terminal design as well as the cargo volume range where each technology seems to be cost-effective.

The cost figures include infrastructure, equipment, maintenance, energy, personnel and truck waiting time costs. They do not include advanced direct access systems/techniques (slewing catenary, coast with momentum). Both techniques require complicated installations on site, such as signalling of transshipment tracks, electrified switches and overhead junction crossings. Both

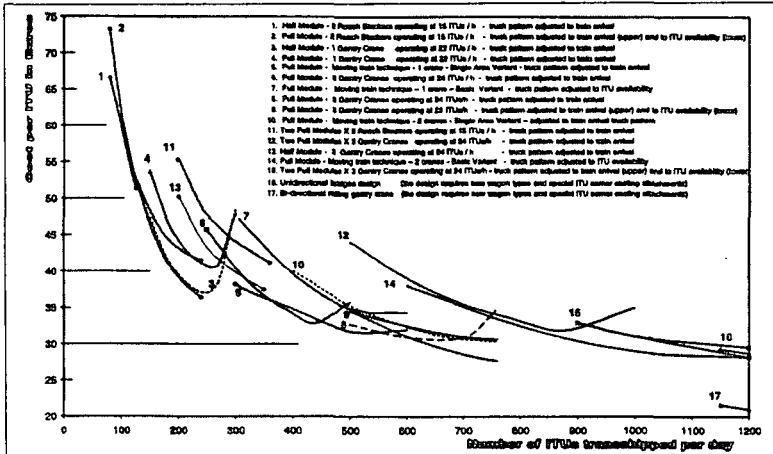


Fig. 5. Comparative cost analysis for alternative terminal designs (includes infrastructure, personnel and truck times).

techniques can be applied to conventional as well as to advanced technical solutions. Their effects are more significant for the network (rail operating forms that require limited dwell time per train stop) than for the terminal operation. For this reason, their cost effects are analysed elsewhere (EC/DG Transport, 1999a).

The cost-versus-volume curves shown cover a traffic volume that ranges from 150 to 1200 ITUs/day. Each curve ends when the dynamic terminal capacity is exhausted either due to equipment inadequacy (these cases can be easily identified by their characteristic "U" shape) or due to track capacity limitations.

The logical step to overcome a terminal limitation imposed by equipment inadequacy is to increase the number of handling equipment, or to use add-on devices (semi-automatic control, anti-sway systems, etc.) that improve existing equipment productivity or even to use faster equipment types. However, certain inconveniences seem to arise. Each additional equipment creates operational conflicts, so that usually no more than three equipments exist in one module. Some existing equipment types cannot accept add-on devices without extensive modification. The faster equipment has its own maintenance requirements (parts and knowledge). And of course all this improvement creates additional investment, maintenance and (in case of additional handling equipment) labour costs.

On the other hand, the terminal limitations imposed by the track capacity limitations cannot be easily overcome. When a terminal is designed for static capacity, it can be converted for dynamic capacity by adding a certain number of siding/waiting tracks. For operational reasons the number of the above additional tracks, usually cannot be more than 50% of the number of transshipment

tracks (of equivalent length). The total number of transshipment and siding/waiting tracks defines the terminal's dynamic capacity. When the terminal exhausts this dynamic capacity, an extra module (track and equipment) should be added to increase the terminal capacity that generates a peak to the terminal cost.

Alternatively, a better track utilisation can expand terminal capacity above today's limits (e.g., the 750 ITUs/day for the conventional gantry-based system) without the need for second module but that requires advanced (fast liner trains, overnight shuttle-shuttle operations, fast hub and spokes, etc.) rail operating forms.

The cost curves are drawn using specific assumptions as regards schedules, truck arrival pattern, technologies, performances and detailed costs to enable a very good internal comparison of different terminal designs and technologies. An overview of the curves in Fig. 5 indicates that relatively high costs are related as expected to low volumes (irrespective of the equipment technologies). These costs decrease as volumes increase but an asymptotic trend is observed at the level of 30 Euros/ITU. However, comparison with a "real-life" situation might lead to astonishing results. The calculated costs are double the "price" accepted by the market. This is explained by the fact that the model takes into account the investment cost that accounts for about 50% of the total terminal cost. This means that under today's pricing system, the terminal covers only its operating cost.

Further computation was also performed to expand the cost-versus-volume curves beyond the limits imposed by the track capacity (not shown in the figure to avoid confusion) in order to identify the idle capacity of the handling equipment. This analysis revealed that many terminal configurations have significant equipment idle capacity, which could lead to lower cost/ITU values if not restricted by the track limitation.

More alternative choices exist for medium-sized and large terminals (more than 350 ITU/day), whereas small terminals are dominated by conventional technologies. Half-module terminal configurations seem to be more economical than the full modules using the same handling equipment, for the low- and low to medium volume ranges. This explains why many (even newly developed) existing terminals have short (450-550 m) transshipment tracks. The comparison of the infrastructure cost for a long transshipment area with that for a shorter transshipment area plus the additional operating cost for servicing the train in two parts favours the latter. This fact has more global effects since these "lower cost" terminal configurations increase the train dwell time in the terminal also for liner and feeder trains and therefore restrict the implementation of new rail operating forms that could bring benefits for the combined transport chain.

The bottom line of this research is that each design is effective for a certain cargo volume range and is restricted by its capacity limitations. The terminal's capacity limitations are imposed mainly by the capacity limitations of the sidings/transshipment track sub-system rather than by the handling equipment given that there are technical solutions to provide the required support for the handling operations. It is also rather clear that advanced technological solutions should be coupled with "advanced" rail operating forms and proper truck booking systems. The advanced operating forms (liner trains, hub and spoke and overnight shuttle form) instead of today's practice (trains travelling during the night and served during the day) permit the effective use of the time saving due to fast handling. In addition, the adoption of efficient booking systems could lead to truck arrival patterns "adjusted to ITU availability" which reduce the indirect transshipment movements in comparison to those of the currently used "adjusted to train arrival" truck patterns.

#### **Annexe 13.4. – Choix modal et système logistique en transport de marchandises**

*Source : Fei Jiang ; juillet 1998 ; Thèse pour le doctorat ; réalisée au service économique et statistique du ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement soutenue à l'école des Ponts et Chaussées*

*« Modélisation, analyse économique et précision du comportement du chargeur »*

Cette thèse vise à comprendre les facteurs sous-jacents au développement des transports de marchandises, à l'aide de modèles de choix discrets désagrégés, en vue d'analyser les effets des caractéristiques de la demande et de l'offre sur le choix modal du transport de marchandise entre la route, le fer, le transport combiné et le transport privé. Avec les résultats de modélisation, les élasticités aux variables logistiques et les valeurs du temps selon les groupes de chargeurs et les modes de transport sont calculées.

L'étude fournit des calculs d'élasticité en valeur moyenne pour comparer les préférences de choix et les importances de ces variables continues.

Par rapport aux autres variables dummy logistiques, les influences de la distance de transport (qui n'est pas dans le graphique) et de la taille d'envoi sur le choix modal sont très importantes. Ces deux variables ont des influences très importantes sur le choix du transport combiné.

Les élasticité en valeur moyenne de probabilité à la distance pour la route, le fer et le transport combiné sont respectivement de  $-0,038\%$ , de  $0,62\%$  et de  $1,81\%$ . Généralement l'augmentation des valeurs de ces variables continues diminue la part modale du transport routier et augmente la part du transport combiné et du transport ferroviaire. La seule exception concerne le poids d'envoi. Dans ce cas là, la probabilité de choisir le transport combiné diminue toujours avec l'augmentation du poids d'envoi et au contraire, la probabilité de choisir la route augment.

Pour le transport combiné, la distance de transport est le facteur le plus important bien que la taille d'établissement et la fréquence de transport augmentent la probabilité de choisir le transport combiné. Ce mode est surtout utilisé par les centres de distribution en région parisienne. Les envois conditionnés en palettes préfèrent utiliser le transport combiné. Cependant, le transport international, la capacité de transport (concernant la taille des envois) et le système d'information constituent des goulots d'étranglement du transport combiné.

Par exemple, par les résultats de modèles, on peut voir les effets de la distance sur le choix modal. Pour les envois avec le poids moyen de 6 tonnes, parmi les quatre modes de transport, si la distance de transport est d'environ 700 km, la probabilité de choisir la route atteint la valeur maximum (0,8), et la probabilité maximum (0,1) de choisir le fer est environ à la distance de 1.300 km où la probabilité de choisir le transport combiné est environ égale à celle de choisir la route (0,45). Si la distance de transport est moins de 400 km, la probabilité de choisir le transport combiné est très faible.

Selon les élasticités des probabilités de choix au temps et au prix, l'amélioration du temps et du prix ferroviaire constituent les facteurs les plus importants d'influence des comportements de choix modal au regard des facteurs temps et prix routier. Cela signifie que l'effet d'une augmentation de 1 % du prix ou temps de transport routier sur la probabilité de choisir le fer est moins efficace que celui d'une diminution de 1 % du prix ou temps de transport ferroviaire. En particulier, la probabilité de choisir le transport combiné dépend fortement la diminution de prix et l'augmentation de vitesse de lui-même.



**Annexe 13.5. – Validation des modélisation du choix modal des chargeurs en transport de marchandises et prévision**

Fei Jiang, Christian Calzada  
notes de synthèses du ses - 1998/septembre-octobre

Il a pour objectif la validation des résultats issus des modèles multinomiaux logit emboîtés pour l'analyse des facteurs logistiques sur le choix modal des chargeurs et des modèles logit conditionnels pour l'analyse de la valeur du temps des chargeurs.

La validation du modèle consiste à comparer les résultats issus du modèle aux résultats réels tirés de banques de données transports, en l'occurrence SITRAM-M. Le modèle désagrégé donne des résultats d'estimation qui sont les probabilités de choix modal ainsi que le partage modal en pourcentage des envois expédiés. Dans la pratique, on traduit le partag modal en pourcentage des envois en partage modal en tonnes et tonnes-kilomètres. La formule utilisée est la suivante.

**Formule**

$P(i)T = \frac{P(i)E * W(i)}{\sum_{J=1}^J P(j)E * W(j)}$	ou	$P(i)TKM = \frac{P(i)E * W(i) * D(i)}{\sum_{J=1}^J P(j)E * W(j) * D(i)}$
--	----	--

Avec :

- P(i)T            probabilité de choix en tonnes pour le mode i
- P(i)TKM        probabilité de choix en tonnes kilomètres pour le mode i
- P(i)E            probabilité de choix en pourcentage des envois pour le mode i
- W(i)            poids moyen des envois pour le mode i
- D(i)            distance moyenne pour le mode i

Sur la base des élasticités estimées à partir des modèles, on peut calculer la probabilité prévue à un horizon lointain, dans le but d'analyser les effets d'une amélioration du service de transport et de changements de politique de transports sur le choix modal.

Sur la base d'hypothèses concernant l'évolution d'un certain nombre de facteurs à l'horizon 2020, on a pu élaborer les scénarios logistiques suivants (tableau n° 2) :

- Annexe 13 -

- le scénario 1 considère que les tendances actuelles d'évolution du système logistique (internationalisation des entreprises, généralisation du « juste à temps » et diminution des stockages se confirment à l'avenir, ce qui signifie de plus en plus d'envois internationaux avec plus d'exigences sur les critères de temps de transport, de fiabilité et de flexibilité et, de fait, de plus en plus d'envois de faible taille. Le prix de transport routier continuerait à baisser (- 11 %) et celui du fer augmenterait continûment (+ 8 %) ;
- le scénario 2 suppose la poursuite des inflexions apportées récemment à la politique des transports avec une faible croissance des prix routiers (+ 7 %) ;
- le scénario 3 vise à l'internationalisation des coûts externes et à un meilleur partage modal avec + 17 % d'augmentation du prix routier ;
- le scénario 4 conduit à une stabilisation, voire une diminution, de la consommation d'énergie conforme aux accords internationaux et à une croissance de + 64 % du prix routier.

Sur la base de ces hypothèses, l'on obtient à l'aide du modèle multinomial conditionnel les résultats de prévision suivants en 2020.

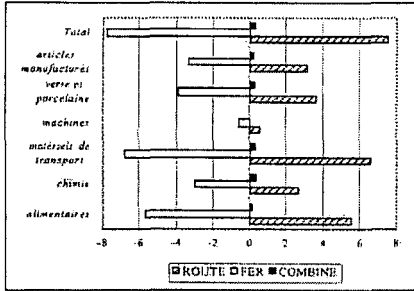
**Tableau n° 2**  
**Scénario d'évolution des facteurs de demande et d'offre en 2020**

	<i>Scénarios</i>			
	1	2	3	4
<i>Distance totale :</i>	12%	12%	12%	12%
<i>dont route</i>	10%	10%	10%	10%
<i>dont fer</i>	10%	10%	10%	10%
<i>dont combiné</i>	30%	30%	30%	30%
<i>Taille des envois :</i>	0%	-5%	-5%	-5%
<i>dont route</i>	0%	-	-	-
<i>dont fer</i>	-30%	-30%	-30%	-30%
<i>dont combiné</i>	10%	-	-	-
<i>Taille des établissements</i>	-	10%	10%	10%
<i>Infrastructure ferroviaire</i>	5%	7%	10%	15%
<i>Envois à l'étranger</i>	15%	15%	15%	15%
<i>Prix :</i>				
<i>dont route</i>	-11%	7%	17%	64%
<i>dont fer</i>	8%	8%	8%	8%
<i>dont combiné</i>	0%	8%	8%	8%
<i>Temps :</i>				
<i>dont route</i>	0%	0%	0%	0%
<i>dont fer</i>	0%	-15%	-30%	-60%
<i>dont combiné</i>	5%	-15%	-30%	-60%

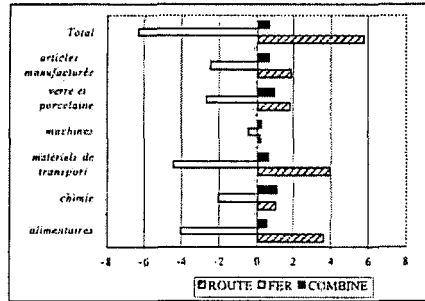
## Graphique n° 2

### Evolution du partage modal sur la période 1996-2000 par scénario- différences de points de partage modal en tonnes-km

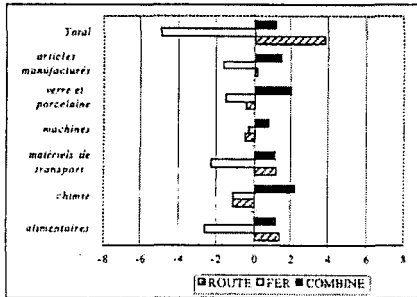
Scénario 1



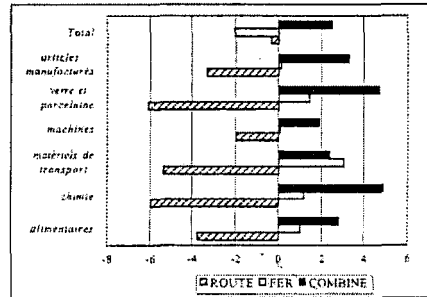
Scénario 2



Scénario 3



Scénario 4



**Annexe 13.6. – Conception d'un indice de perception (satisfaction) destiné à mesurer la compétitivité du transport combiné par rapport au transport routier**

*Source : Stratec (Belgique), 1999/2000, pour la Commission européenne, en collaboration avec Pricewaterhouse Coopers*

Cet indice de perception est basé sur l'évaluation d'une fonction d'utilité du transport combiné par les chargeurs. Utilisant la méthode des préférences généralisées, à partir d'un échantillon de chargeurs, l'étude mesure leur propension à utiliser le transport combiné, pour une série de corridors internationaux de fret (dont plusieurs passent en transit par la France (Anvers-Milan, Bilbao-Anvers, Lyon-Anvers). Au total, 302 réponses au questionnaire ont été exploitées.

L'étude présente des résultats détaillés de la part de marché calculée du transport intermodal en fonction des caractéristiques des différents services testés, ainsi que les valeurs correspondantes de l'indice de perception. Cet indice est défini par le ratio :

$$\frac{\text{Part de marché du transport combiné calculée avec le nouveau service proposé}}{\text{Part de marché actuelle du transport combiné}}$$

Cette méthode a permis d'évaluer l'élasticité de la part de marché du transport intermodal aux facteurs prix, temps d'acheminement, qualité du service de traction ferroviaire, qualité du traçage de l'information et proximité entre les chargeurs et la plate-forme rail-route. Les résultats sont les suivants :

**Élasticité de la part de marché du transport intermodal par rapport à 4 critères-clés**

% de variation du critère	+ 30 %	+ 15 %	0 %	- 15 %	- 30 %
Sensibilité au prix	0,74	0,82	1	1,14	1,29
Sensibilité au temps d'acheminement	0,61	0,78	1	1,21	1,4
Sensibilité à la qualité de la traction et du « traçage »	0,84	0,9	1	1,06	1,13
Sensibilité à la proximité de la plate-forme	1,05	1,02	1	0,93	0,89

En outre, l'étude montre que si le prix du TC augmente de 10 %, il est nécessaire d'améliorer de 18 % le temps d'acheminement « porte-à-porte » si on veut maintenir l'indice de satisfaction à un niveau constant.

### Annexe 13.7. – Modélisation de la relation entre le coût du transport combiné et la longueur du tronçon ferroviaire

Source : MDS Transmodal

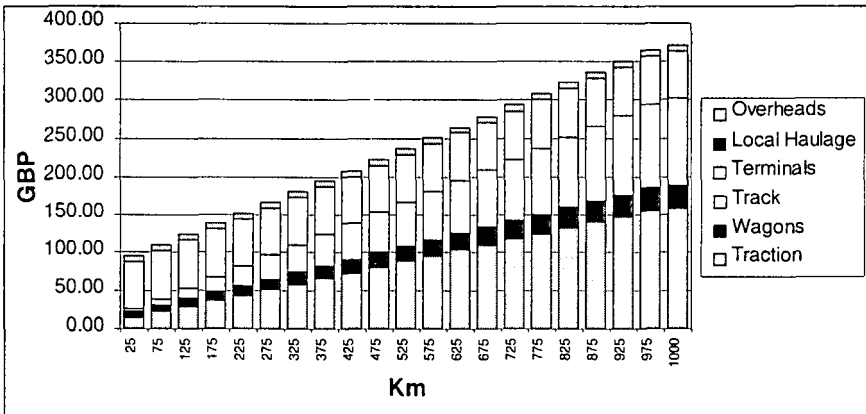
#### ◆ Application of cost structures

The cost structures have been applied to three situations :

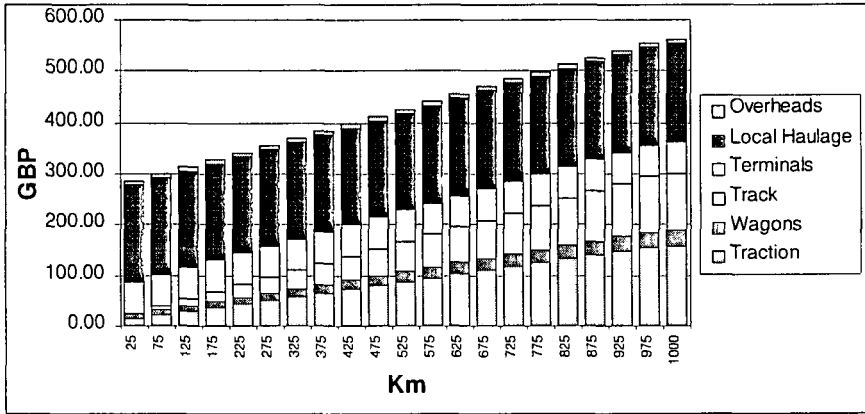
- Rail connected facilities at both ends (e.g. port to business located at inland terminal)
- Rail connected facility at one end (e.g. port to non-rail connected business, via inland rail terminal)
- Rail connected at neither end (e.g. non-rail connected business to railhead to a second railhead to a second non-rail connected business)

Three examples are given below, showing the relationship between cost and distance, broken down into the cost categories used above.

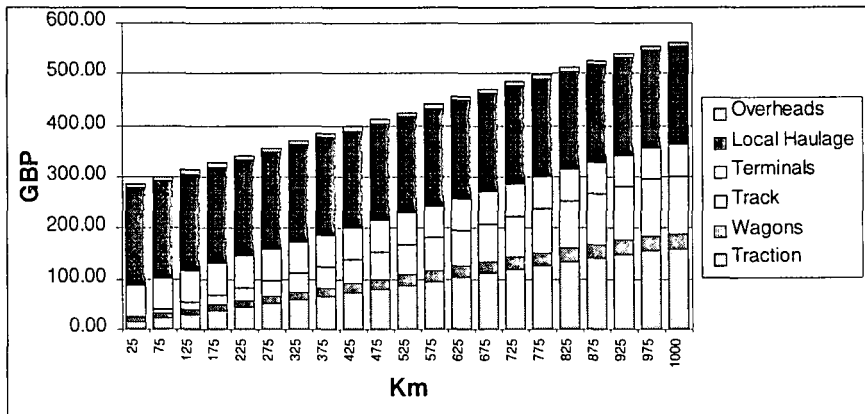
#### Example 1 : Rail connected at both ends Intermodal rail costs



**Example 2 : Rail connected at one end  
intermodal rail costs**

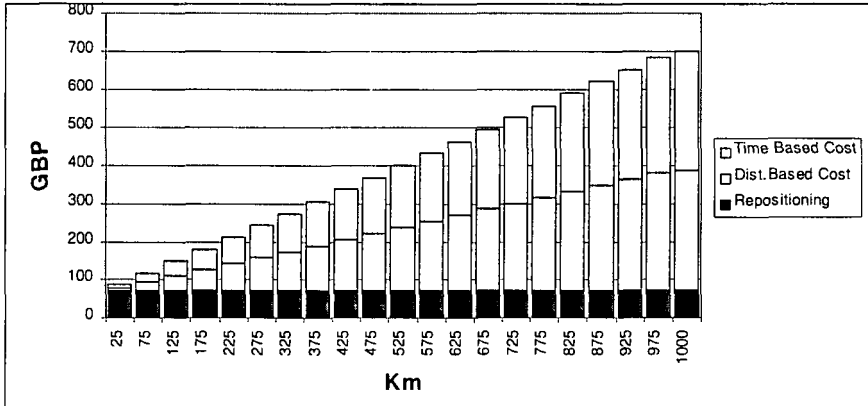


**Example 3 : Rail connected at neither end  
intermodal rail costs**



The rail costs can now be compared with road haulage costs for the same set of distances. Again, repositioning is included in the road haulage cost.

**Comparison with road haulage cost**  
**Road haulage cost**

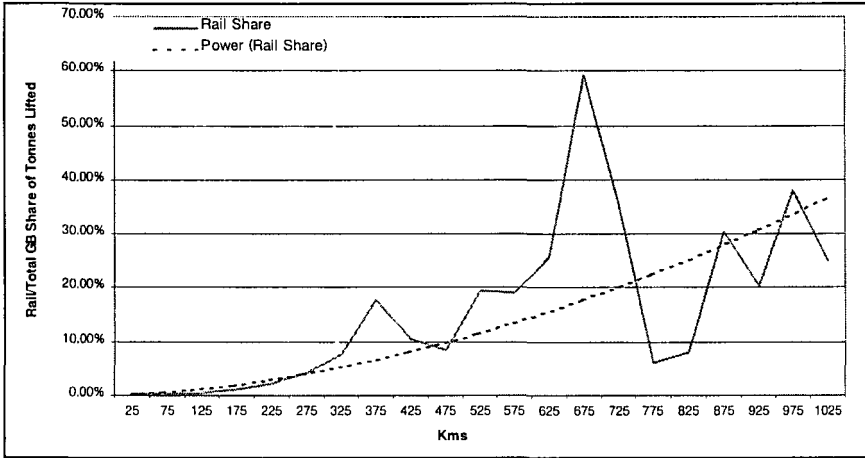


- where rail can compete with road and cover its costs depends crucially on the degree of rail connectivity.
- Where both ends of the journey are rail connected, rail can compete over the full distance range.
- Where one end of the journey is rail connected, such as at a port terminal, the breakeven distance is between 375 and 400 kms.
- Where neither end of the journey is rail connected, the breakeven distance rises to between 650 and 700 kms.

This analysis appears to be borne out, when intermodal rail's actual performance, in terms of inland market share is broken down by distance band. The graph below shows rail's share starting to register between 300 and 400 kms, following an upward trend, so that at the longest distances (1000 km), intermodal rail is winning nearly 40% of the market.



### Rail market share : unitised and semi-bulk



### **Annexe 13.8. – Modélisation du système de point nodal**

*Source : rapport Inrets n° 220, janvier 1998*

La modélisation réalisée par l'INRETS montre que deux paramètres jouent un rôle dans la rentabilité de l'organisation en hub : le nombre d'EVP donnant lieu à recette et la distance routière moyenne entre les terminaux. La relation suivante entre les terminaux doit être respectée pour que l'acheminement en hub soit rentable :

$$D > 1/w (C1/n + C2 - P)$$

Avec :

W : coefficient de proportionnalité de la relation prix /distance ( $P = P0 + wd$ )

P0 : coefficient constant de la relation prix /distance ( $P = P0 + wd$ )

Achat des prestations à la SNCF par CNC

C2 : Dépenses de CNC

Il ressort que :

- pour un trafic de n EVP, il existe un seuil minimum pour la longueur du trajet direct moyen, en deçà duquel le dispositif n'est plus rentable,
- pour un nombre d'EVP donné, plus grande est la distance moyenne des acheminements, meilleure est la rentabilité du dispositif.

**Annexe 13.9. – Impact du point nodal sur la croissance du transport combiné**

Source : Thèse réalisée par Anne Lenormand, Université Paris I (2002)

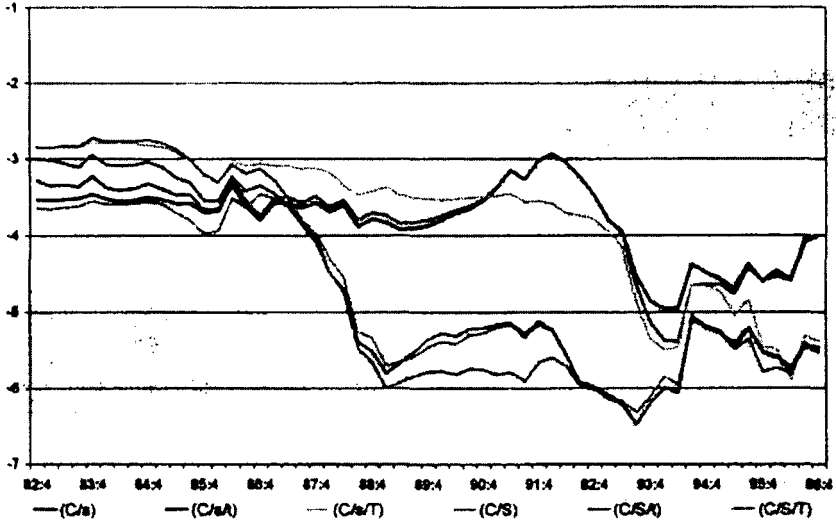
*Le transport combiné*

Les critères d'information sont minimaux pour les modèles avec rupture dans le vecteur de cointégration et dans la tendance. Or, les modèles avec tendance sont pour le transport combiné des modèles avec des élasticités aux prix non significatives contrairement au modèle (C/S) où les prix apparaissent. Il nous paraît important pour ce trafic de pouvoir analyser l'influence des prix routiers. En effet, le transport combiné offre un service proche de celui de la route. Il propose un acheminement de porte-à-porte contrairement aux prestations plus classiques de la SNCF. Nous sélectionnons la spécification (C/s). Pour ce modèle, la date de rupture se déclare au deuxième trimestre de 1994.

**Tableau de résultats pour le transport combiné**

<i>Spécification</i>	<i>Statistique</i>	<i>VC10%</i>	<i>BIC</i>	<i>RAC</i>	<i>Date rupture</i>	<i>Choix</i>
<i>Sans rupture</i>			<i>-5,06</i>	<i>-0,41</i>		
<i>(C/s)</i>	<i>-5,24</i>	<i>-5,22</i>	<i>-5,85</i>	<i>-1,20</i>	<i>1994 :2</i>	⊗
<i>(C/s/T)</i>	<i>-5,92</i>	<i>-5,91</i>	<i>-6,00</i>	<i>-1,35</i>	<i>1994 :3</i>	
<i>(C/S)</i>	<i>-6,33</i>	<i>-5,99</i>	<i>-5,87</i>	<i>-1,00</i>	<i>1993 :2</i>	
<i>(C/S/t)</i>	<i>-6,48</i>	<i>-6,37</i>	<i>-6,12</i>	<i>-1,25</i>	<i>1993 :4</i>	

### Évolution de la statistique $z_t$ pour le transport combiné



L'évolution des statistiques  $Z_t^1$ , montre deux baisses importantes pour les modèles avec rupture dans le vecteur de cointégration. La première a lieu fin 1988 et la seconde commence dès la fin 1993 jusqu'en 1994. Les modèles avec rupture en niveau ne détectent que cette dernière. Parmi les facteurs explicatifs de cette rupture, un élément essentiel a été la mise en place progressive, à partir de 1992, du dispositif de points nodaux \* (début de la décroissance des statistiques au cours de cette période). Ce dispositif apporte un meilleur remplissage des trains et permet l'augmentation de la vitesse de circulation par la technique du hub. Le transport combiné améliore de ce fait ses conditions de coût et de qualité de service. La rupture s'explique aussi par la poursuite d'une politique commerciale active au sein de la SNCF et des aides soutenues de la part des pouvoirs publics. De 1994 à 1998, l'aide directe à l'exploitation du transport combiné atteint près de 1 GF.

---

(1) La SNCF a mis en service en 1992 un réseau en étoile avec tri central (hub), d'abord à Noisy-le-Sec, puis transféré à Villeneuve-Saint-Georges. Depuis son ouverture, le point nodal traite le trafic de transport combiné de manière croissante : le trafic, mesuré en milliards de tonnes-kilomètres, est passé de 1 à 1,65 en quatre ans.

### **Annexe 13.10. – Réseau à priorité fret : modèle de simulation pour évaluer les stratégies (horizon 2020)**

*Source : projet EUFRANET (Ivème PCRD) INRETS*

« L'adaptation des modèles de simulation et des outils d'évaluation pour des stratégies d'exploitation d'un réseau ferroviaire européen à priorité fret »

Le projet explore une hypothèse de réseau ferroviaire à priorité fret, à travers un modèle de simulation. Le réseau ferroviaire dédié au fret serait principalement composé de lignes existantes adaptées à un trafic dominant et de lignes mixtes.

Le projet propose un réseau à trois niveaux :

- réseau « noyau » sur lequel on peut viser à une exclusivité pour le fret, ou du moins une forte priorité ;
- le réseau « intermédiaire » qui prolonge le réseau noyau, sur lequel le fret se verrait attribuer une priorité sur le trafic voyageurs ;
- le réseau « diffus » qui recouvre l'ensemble du réseau de base EUFRANET et sur lequel la priorité fret ou voyageurs est reconsidérée.

Le modèle de la demande est fondé sur des scénarios socio-économiques et sur une enquête « face à face » de type « préférence déclarée » sur un échantillon européen. La segmentation est faite par grands types de produits (pour le ferroviaire : pondéreux, trafic conventionnel et transport intermodal). Des variables de qualité de service (temps, fiabilité, sécurité, adaptabilité) ont été introduites, à coté des variables de prix.

Le modèle d'offre simule la formation et la circulation des trains. Si le volume de demande le justifie la formation d'un train direct est réalisée (avec bien sur un arbitrage entre volume et fréquence). Sinon, il y a passage par un ensemble hiérarchisé de triages.

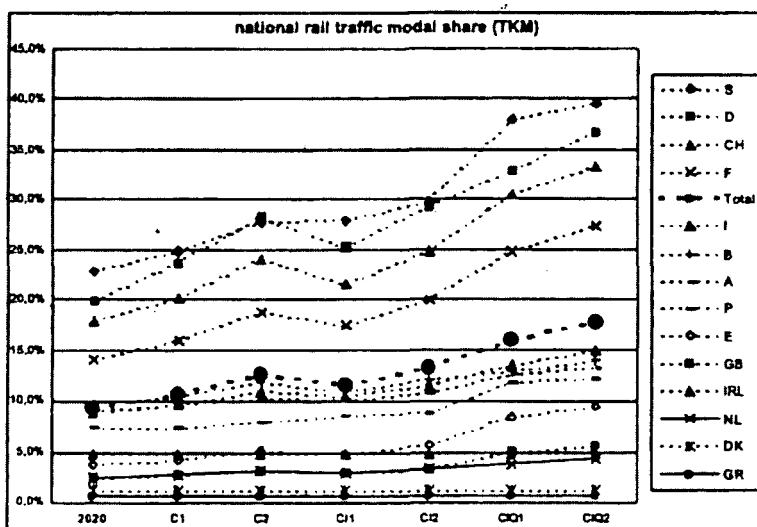
L'équilibre offre-demande est modélisé par itération. Cette analyse permet d'évaluer l'induction de trafic et d'introduire des éléments de prix/coûts qui ne sont pas pris en compte dans l'affectation sur le réseau par le modèle d'offre qui privilégie la variable « temps ».

Les scénarios à l'horizon 2020 sont basés sur les paramètres : vitesse des trains, portées du réseau, temps de transbordement, temps de passage aux frontières, longueur des trains, coûts/prix d transport, indices de qualité de service, ainsi

que sur des solutions alternatives (nouvelles technologies, trains longs/courts). Ceci signifie que les modalités de priorité fret ne sont pas intégrées directement dans la formulation des modèles, car ce sont les hypothèses de temps, vitesse et qualité qui reflètent ces priorités.

Les résultats de la modélisation montrent que les impacts des différents scénarios sont comparables pour les trafics national et international, bien que parfois l'impact sur le transport combiné soit plus fort, surtout en international. Le réseau noyau apporte à lui seul une amélioration sensible de la position du fer mais cette amélioration ne devient très significative que lorsqu'on ajoute un élément supplémentaire de qualité de service : augmentation de la fréquence (avec la mise en service de trains courts), augmentation de la fiabilité accompagnée d'une baisse des prix.

**Figure 8 – Influence des scénarios en partage modal en tkm : transport national**



L'adjonction d'un réseau intermédiaire sur lequel les priorités fret seraient considérées en complément des priorités sur le réseau noyau ne semble augmenter que modérément le volume de trafic ferroviaire.

Les scénarios testés ne sont pas neutres puisque la formation de trains courts entraîne corrélativement, une demande proportionnellement plus forte de

sillons. Ceci est particulièrement net pour le transport combiné ou la demande de sillons peut augmenter considérablement sur certains tronçons de réseau pour des tonnages transportés relativement peu élevés.

L'analyse des scénarios met en évidence le problème suivant : les trains courts augmentent la fréquence et diminuent les temps de parcours mais parallèlement ils consomment un grand nombre de sillons. D'où la nécessité de regrouper les trains lorsque les flux sont élevés. Ceci est particulièrement vrai pour le transport intermodal. La tarification des infrastructures peut être adaptée en conséquence comme peut l'être la mise en place de « gateways » qui sont de véritables concentrations de flux dans l'espace. (TBL)

L'amélioration de la qualité du service (régularité,...) est un point central. Les réactions de la demande y sont très sensibles et les conséquences ont pu en être mesurées dès l'évaluation des scénarios pour estimer la part modale de rail.

### Characteristics of rail

The improvement of the characteristics of rail freight compared to the Reference Case as a result of the scenario assumptions is shown in figure 2.11. The average transport time is decreasing by -14.6 % to -34.1 % for conventional transports and -27.5 % to -51.1 % for combined transports. The transport price is decreasing by -17.0 % and -16.0 % while reliability is increasing by 4.7 % points to 6.9 % points.

The figure 5.11 shows that the introduction of the core and intermediate network and the assumed rail strategies are very successful in improving the quality of rail freight.

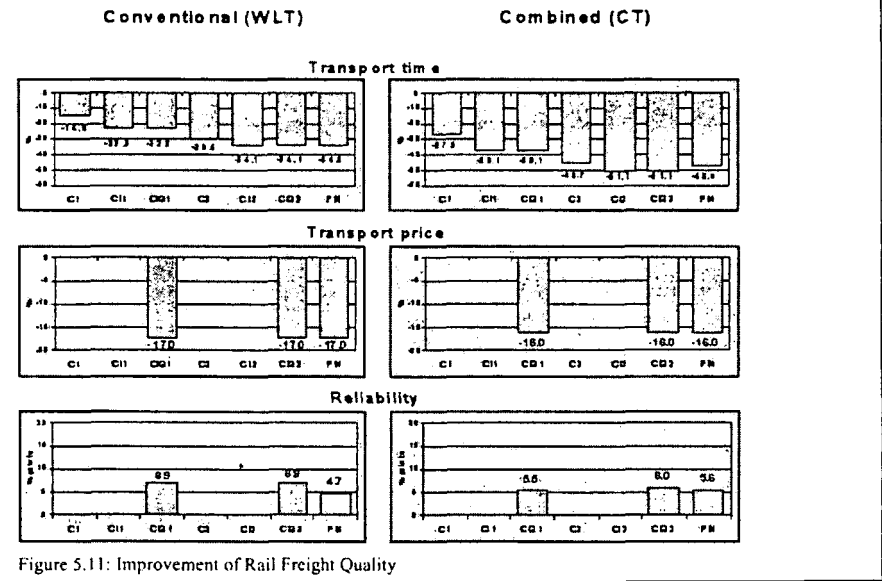


Figure 5.11: Improvement of Rail Freight Quality



## **Annexe 13.11. – Modélisation trimestrielle des trafics de voyageurs et de marchandises**

**Rapport de convention SES/INRETS n° 99/5814**

**RUTH BERGEL, ALEXANDRE MUTTER INRETS**

### **A model for monitoring road-rail transport demand**

L'objectif retenu ici a été de réactualiser la modélisation multivariée des trafics terrestres de voyageurs et de marchandises, réalisée dans le cadre de l'ancien programme PREDIT et d'assurer sa mise en œuvre opérationnelle au SES, en rythme trimestriel et pour un petit nombre d'indicateurs agrégés de trafic. Ce travail prolonge celui réalisé dans le cadre d'une convention DRAST/DTT/DAIE sur données mensuelles (Bergel, Nespoux, 1997) avec un logiciel spécifique pour la modélisation vectorielle de séries chronologiques (Azencott et al., 1997).

Nous nous situons ici dans une approche de court terme, avec pour objectif la mise en œuvre sur longue période 1980-1998 d'un modèle explicatif de l'évolution des principaux indicateurs agrégés des trafics routier et ferroviaire de voyageurs et de marchandises, en fonction de leurs principaux déterminants représentatifs de l'offre (consistance du réseau, prix du transport) et de la demande (consommation, production) de transport.

Pour le fret routier, nous avons retenu l'ensemble du transport routier de marchandises, mesuré par l'enquête TRM, et l'ensemble du fret SNCF transporté par wagons ; pour les deux modes, nous avons également isolé le trafic national.

Les déterminants représentatifs de l'offre sont la longueur du réseau, notamment autoroutier, pour la route et le nombre de trains en circulation, voire leur vitesse pour le fer, et les déterminants des prix du transport sont des indicateurs de prix ou de recette unitaire : le prix des carburants, le péage autoroutier et la recette unitaire ferroviaire pour les déplacements de voyageurs, le prix du transport routier de marchandises et la recette unitaire wagons pour les trafics de marchandises. Les déterminants représentatifs de la demande sont la consommation des ménages ou le produit intérieur brut, la production industrielle désagrégée par secteur, et les importations/exportations pour prendre en compte nos échanges extérieurs.

Nous nous interrogeons en particulier à la nature de la relation qui relie le trafic à ses déterminants, représentatifs de l'offre et de la demande de transport, et en particulier sur l'existence d'élasticités non constantes du trafic à ses déterminants.

◆ Trafic routier

Des deux variables de prix, seul le prix routier est significatif, ce qui est communément admis, avec une élasticité de  $-0,4$  à  $-0,5$ .

◆ Trafic ferroviaire

Les variables retenues pour modéliser le trafic ferroviaire de marchandises sont trois variables de production industrielle sectorielle  $ip1$ ,  $ip3$  et  $ip931$ , représentant les IAA, les biens intermédiaires et l'industrie hors IAA et biens intermédiaires.

Les effets prix sont du même ordre de grandeur pour les deux prix, de l'ordre de  $-0,6$  et de l'ordre de  $+0,5$  respectivement pour la recette unitaire ferroviaire et le prix routier, et de  $-0,7$  et  $+0,6$  respectivement si l'on prend en compte les importations et les exportations.

◆ Conclusions et perspectives

On trouve une cohérence d'ensemble avec les résultats obtenus avec des modélisations sur données mensuelles (Bergel, Nespoux, 1997), trimestrielles (Bresson, Madre, Pirotte, 1997 et Meyer, 1998) ou annuelles (notes de synthèses du SES) effectuées par ailleurs.

Pour les trafics de fret, on ne peut réaliser de comparaison avec les estimations annuelles que pour le fret ferroviaire total, pour lequel on observe une assez bonne adéquation.

### **Annexe 13.12. – La concurrence rail-route : analyse économétrique des trafics de marchandises et perspectives du transport combiné**

*Source : Thèse de Karine Meyer, juillet 1998*

L'objectif de ce travail est d'expliquer le choix de la demande de transport français entre le mode routier et combiné, en mesurant des élasticités estimées à partir d'une modélisation qui tient compte de la dynamique et les différentes relations spatiales.

Plusieurs étapes sont nécessaires. Il faut, tout d'abord, définir les techniques d'estimation que nous appliquons pour obtenir le modèle. Il est ensuite fondamental de constituer la base de données à partir de laquelle la modélisation est réalisée. Enfin, la dernière étape révèle le modèle et les élasticités du transport combiné par rapport aux variables explicatives agissant sur la répartition des parts de marché entre le combiné et le mode routier.

L'étude est fondée sur les déterminants suivants : le temps de transport, la fréquence, la fiabilité, la régularité, l'adaptation aux conditions du marché, les prix de transport, la distance et la vitesse.

#### **◆ La modélisation des parts de marché du transport combiné**

Les estimations de la part de marché des trafics du transport combiné sont obtenues en appliquant les méthodes relatives aux données de panel. Pour estimer les élasticités des parts de marché du transport combiné par rapport aux variables explicatives (les fréquences des transports routier et combiné, un prix de transport et la vitesse du transport combiné), nous avons réalisé un programme GAUSS.

#### **Les élasticités des parts de marché du combiné à courte et longue distance, lorsque les trafics sont mesurés en tonne-kilomètre**

	<b>Elasticité pour courte distance</b>	<b>Elasticité pour longue distance</b>
Fréquence TRM	- 0.64 (- 4.5)	- 0.56 (- 7.5)
Fréquence TC	1.00 (11.3)	0.48 (6.1)
Prix TC	- 0.45 (- 3.7)	- 0.55 (- 4.7)

◆ Les élasticités à la fréquence du transport combiné

L'élasticité des parts de marché de courte distance à la fréquence du transport combiné est beaucoup plus élevée que celle des longues distances.

Pour les courtes distances, elle est estimée à 1,01 : un accroissement de  $k$  % du nombre de trains sur ces relations induira une augmentation de  $1,01 \times k$  % des parts de marché des trafics du transport combiné, toutes choses égales par ailleurs.

Pour les trajets supérieurs à 500 kilomètres, cette élasticité est nettement inférieure puisqu'elle est égale à 0,49. Une augmentation de  $k$  % des expéditions ferroviaires sur les longs trajets n'induirait qu'une hausse de  $0,49 \times k$  % des parts de marché du transport combiné.

◆ Les élasticités au prix du transport combiné

La deuxième variable explicative de la répartition des parts de marché des trafics des transports combiné et routier est le prix du transport combiné. Les estimations des élasticités au prix du transport combiné sont similaires pour les trajets inférieurs et supérieurs à 500 kilomètres. Suivant cette segmentation, elles sont respectivement estimées à  $-0,45$  et  $-0,47$ .

Leur signe est négatif : un accroissement du prix du transport combiné entraînera bien, d'après les lois économiques d'offre et de demande, une diminution des parts de marché des trafics du combiné.

Les deux élasticités au prix du rail-route sont inférieures à 1. Elles montrent qu'une hausse de 10 % du prix du transport combiné n'entraînera que 4,5 % (ou 4,7 % pour les courtes distances) de perte de part de marché de cette prestation par rapport à la route, toutes choses égales par ailleurs. Cette valeur valide le fait que le prix du transport n'est pas nécessairement le premier critère intervenant dans la détermination du choix des commanditaires entre les transports routier et combiné.

Malgré la forte concurrence des prix du transport routier, l'élasticité au prix du combiné montre qu'une hausse des prix du combiné ferait perdre à ce transport des parts de marché, mais dans des proportions peu importantes. Le rapport entre le gain au niveau de la rentabilité financière et la perte des parts de marché engendrés par l'augmentation de prix du combiné pourrait être très intéressant. Par conséquent, cette faible élasticité au prix du transport combiné laisse

entrevoir qu'une certaine augmentation des prix de ce transport pourrait avoir des répercussions favorables pour cette prestation.

◆ Les élasticités à la fréquence du transport routier

Comme pour le prix du transport combiné, les élasticités pour les courtes et les longues distances sont identiques. Elles sont négatives, inférieures à 1 et égales respectivement à  $-0,59$  et  $-0,55$ . Une baisse du nombre de camions sur les axes routiers aura donc pour conséquence une augmentation de la part de marché du transport combiné. Toutefois, le taux de croissance de ces parts de marché ne sera pas aussi fort que le taux de décroissance de la fréquence routière.

Nous constatons que, pour les longues distances, les élasticités aux fréquences de la route et du combiné sont très proches. En revanche, ce résultat n'est pas valable pour les courtes distances, l'élasticité à la fréquence du transport combiné est approximativement deux fois plus élevée que celle à la fréquence routière. Cela confirmerait notre hypothèse, la fréquence du transport combiné est la variable qui a le plus d'impact sur le développement du transport combiné de courte distance.

Enfin, les deux autres variables (la fréquence du transport routier et le prix du transport combiné) semblent agir dans de moindres proportions sur le développement du transport combiné français. L'élasticité de la part du marché au prix du combiné est assez faible, de l'ordre de  $-0,4$ . Ce résultat laisse entrevoir qu'une hausse des prix de ce transport pourrait améliorer les résultats financiers tout en concédant des parts de marché.

Deux critères semblent déterminants dans la répartition des parts modales : la qualité du service offert et les prix de transport.

L'analyse statistique des variables a fait apparaître une segmentation entre les trajets de courte et de longue distance. Les résultats de la modélisation montrent, tout d'abord, que les facteurs explicatifs sont invariants à la distance de transport. Les variables agissant sur les parts de marché du transport combiné sont pour les deux types de trajets : les fréquences routières et ferroviaires ainsi que le prix du transport combiné.

En revanche, les élasticités sont différentes suivant la longueur des relations. En effet l'élasticité pour les courtes distances à la fréquence du transport combiné est beaucoup plus élevée.

Les deux autres variables, à savoir la fréquence du transport routier et les prix agissent dans des proportions moindres sur le développement du transport combiné de courte distance. Pour le transport combiné de longue distance, les trois variables agissent dans les mêmes proportions sur la répartition des parts de marché du transport combiné.

Cette étude a montré que le transport combiné a un avenir sur les courtes distances, à condition que les mesures prises aillent dans le sens d'une augmentation du nombre de trains. Pour les trajets de longue distance, les engagements de la SNCF semblent avoir déjà des répercussions positives puisque ce trafic est croissant. Enfin, pour agir sur la non-rentabilité financière des transports combinés, la SNCF pourrait peut-être envisager d'augmenter ces prix en ne concédant qu'une faible perte de ses parts de marché.

### Annexe 13.13. – Efficacité des subventions au transport combiné

Source : M. le professeur Quinet

Supposons que sur le marché entre le ou les opérateurs ferroviaires et les chargeurs ou commissionnaires, la demande ait l'expression :

$$p=B-aq$$

Où :

P est le prix du bien

Q est la quantité de bien produit (ici q représente la traction de trafic combiné vendue par le ou les opérateurs ferroviaires, exprimée en tonnes\*km ou wagon\*km)

Supposons aussi que la fonction de coût du ou des opérateurs ferroviaires soit de la forme :

$$C=cq$$

Si le marché est concurrentiel (plusieurs opérateurs ferroviaires), alors le prix se fixe au niveau du coût marginal, et l'équilibre de marché est tel que :

$$p=c$$

et :

$$q=(B-c)/a$$

Si le marché est de monopole (un seul opérateur ferroviaire), et que ce monopole cherche à maximiser sa recette, alors le prix est celui qui maximise le profit du monopole :

$$\Pi(q)=p*q-cq= q*(B-aq)-cq$$

La maximisation de cette fonction aboutit à l'équilibre de marché :

$$p=c+aq$$

$$q=(B-c)/2a$$

- Annexe 13 -

Si on subventionne l'activité, on obtient les résultats suivants, pour un taux de subvention de  $s$  par quantité produite.

1 - Dans le cas du marché de concurrence, et si on subventionne le producteur, pour lui le coût devient :

$$c-s \text{ au lieu de } c$$

la quantité échangée devient :

$$q'=(B-c+s)/a$$

Elle augmente de :

$$s/a$$

On vérifie que les conséquences sont les mêmes si on subventionne les consommateurs.

2 - Dans le cas du marché de monopole, et si on subventionne le producteur, son coût devient comme précédemment :

$$c-s \text{ au lieu de } c$$

Mais alors le monopole ne répercute pas la totalité de gain sur le client. En maximisant son profit, il fixe la quantité nouvelle à :

$$q'=(B-c+s)/2a$$

La quantité vendue n'augmente que de :

$$s/2a$$

Soit deux fois moins que dans le cas de la concurrence.

On verrait qu'avec les hypothèses faites, subventionner le monopole ou ses clients revient au même.

Mais on a fait l'hypothèse implicite que le monopole réduisait ses coûts du montant de la subvention. Si il se sert, même partiellement, de la subvention pour des dépenses inutiles, alors la réduction du coût est plus faible, et il vaut mieux subventionner les clients.



◆ Conclusion

En ne retenant des conclusions que leur aspect qualitatif, pour tenir compte du caractère abrupt des hypothèses, il en ressort que :

- un même niveau de subvention est d'autant plus efficace que le marché est compétitif ;
- dans le cas d'un monopole, il vaut mieux subventionner le client que l'opérateur ferroviaire.

#### **Annexe 13.14. – L'impact des mouvements sociaux de 1995 sur le secteur ferroviaire**

*Sources : OEST (note de conjoncture de novembre 1995) ; note de synthèse de décembre 1995 et estimations du rapport intérimaire de la CCTN de mars 1996*

Les mouvements sociaux du mois de décembre 1995 ont paralysé les activités marchandises et voyageurs de la SNCF, ainsi que les transports publics urbains, entraînant un report partiel vers les autres modes. A la SNCF, la paralysie fut immédiate et permanente du 24 novembre au 18 décembre.

En ce qui concerne les marchandises, le transport routier a sans doute récupéré, sur longue distance, une partie des trafics généralement effectués par l'entreprise ferroviaire.

Pour quantifier l'impact de ces mouvements sociaux sur le secteur des transports, il est apparu opportun de comparer les prévisions de trafics sur les mois de novembre et décembre, à partir de l'information disponible au mois d'octobre 1995, à ce qui s'est effectivement réalisé. Pour ce faire, une méthode classique de prévision (modèles ARIMA) a été utilisée.

La difficulté de l'analyse réside dans la distinction entre ce qui est réellement imputable aux mouvements sociaux et ce qui est à mettre au crédit du retournement conjoncturel, car ils s'inscrivaient dans un contexte de croissance économique ralentie. Par conséquent, nous nous efforcerons d'apprécier, à l'aide d'éléments qualitatifs, la part du différentiel due aux mouvements sociaux et celle qui relève de la conjoncture.

Certains des écarts par rapport à la tendance supposée de l'année (hors effet dû à la grève) sont manifestement le résultat direct des mouvements sociaux, particulièrement dans le cas des transports ferroviaires. La perte potentielle de production pour les seules branches transports ferroviaires et « Autres transports terrestres » (qui inclut en majeure partie les transports collectifs urbains et interurbains) peut être grossièrement estimée à un peu plus de 4 milliards de francs, et représente une baisse de 4,4 points par rapport au taux de croissance prévisible des branches concernées.

D'autre part, on observe, pour les autres branches, un écart positif, un « gain » potentiel de près de 3 milliards de francs, dont l'essentiel se situe dans le transport routier de marchandises.

**Estimation de l'impact de la grève sur la production  
des branches de transports en 1995  
(comparaison avec les prévisions de fin novembre 1995)**

Estimations – Prévisions	Prévis. Nov. 95 MF	Estimat. Fév. 96 MF	Ecart en		
			Niveau MF	Points de % d'évol.	
				Volume	Valeur
Ferroviaire – Marchandises	13 940	12 652	- 1 288	- 8,2	- 9,6
<b>Total Transports</b>	<b>473 879</b>	<b>472 318</b>	<b>- 1 561</b>	<b>- 1,0</b>	<b>- 0,3</b>

### **Annexe 13.15. – Retour d'expérience néerlandaise**

*Source : Transport & Logistiek (PB)*

La pratique d'un « coût d'usage des infrastructures ferroviaires » est courante en Europe, mais son niveau varie beaucoup selon les pays. Aux Pays-Bas ce coût est faible, mais doit augmenter dans les années à venir (2001 : 0,11 euro par trainkm/2002 : 0,23/2003 : 0,45/2004 : 1 euro).

Transport & Logistiek a calculé dans une étude récente (2002) que facturer les coûts externes, y compris les coûts d'infrastructure, basés sur les coûts marginaux, mènerait à une augmentation des coûts totaux de transport de 52 %.

Cependant, Transport & Logistiek suppose également que le marché ferroviaire peut gagner en efficacité, ce qui pourrait entraîner une réduction de coûts de 25 à 50 %.

L'association de coûts d'infrastructure plus élevés et d'une amélioration de l'efficacité engendrerait une augmentation des prix comprise entre 2 et 27 %. Selon les études ECTM, l'élasticité de la demande de transport ferroviaire au prix est de - 0,87 tonneskm. Dans le cas d'une augmentation de 2 %, le volume de transport en tonneskm serait réduit de 1,74%, mais si l'augmentation des prix atteint 27 %, le volume de transport diminuerait de 23,49 %.

**Annexe 13.16. – Micro-analyse des critères de choix modal des chargeurs**

Source : « Evidence on shippers' transport and logistics choice », STRC, Université de la Suisse Italienne, 1st Swiss Transport Research Conference, 01/03/2001.

Cette étude montre que les décisions de choix modal des chargeurs dépendent moins de la nature des produits acheminés que de la « logique logistique » décidée par le chargeur ou le logisticien. Elle débouche sur une segmentation originale de la demande :

**Facteurs-clés de décision de choix modal - Attentes prioritaires**

	Prix	Temps	Fiabilité	Fréquence	Flexibilité	Mode
Logistique d'entreprise basée sur des concepts « pointus »		○	○	○	○	
Logistique des clients basée sur des concepts « pointus »			○	○		
« Juste-à-temps »				○	○	
Production sur stocks	○			○		

○		Très important
○		Important

Par ailleurs, l'étude a pour objectif d'estimer la valeur marginale des différents critères de services de transport et logistique, dans le contexte transalpin, au moyen de la méthode des préférences déclarées (« trade-off »). Pour cela, 40 choix binaires possibles ont été proposés à chacune des 22 entreprises interrogées en Italie et en Suisse (profil : directeur de la logistique ou de la distribution). Les critères pris en compte sont le temps d'acheminement, la fiabilité, la fréquence et la flexibilité. Les secteurs couverts par l'échantillon sont les produits de grande consommation, les produits chimiques, les machines, les produits métallurgiques et un poste « divers ».

Il ressort de cette étude que les impacts marginaux des différents attributs (temps,...) sur la probabilité de choisir une offre de transport plutôt qu'une autre sont faibles. Ceci signifie que les élasticités sont également faibles.

De plus, les élasticités de la demande de transport routier sont inférieures à celles du transport combiné (confirmant en cela l'étude faite par Viera en 1992).

**Elasticité de la part de chaque mode dans la demande,  
par rapport à 5 critères-clés**

	<b>Route</b>	<b>Rail</b>	<b>Transport combiné</b>
Prix	- 0,48	- 0,68	- 0,59
Temps	- 0,19	- 0,27	- 0,24
Fiabilité	0,52	0,75	0,65
Flexibilité	0,02	0,03	0,02
Fréquence	0,05	0,07	0,06

### **Annexe 13.17. – Le modèle SIMTRANS**

*Source : Pascal Salini, Michel Karsky, KBS, PREEDIT 1996-2000, METL, rapport final (septembre 1999).*

*« Prospective des transports de marchandises en France à l'horizon 2020 ; une application de la dynamique des systèmes complexes : le modèle SIMTRANS »*

Ce modèle repose sur l'idée que les décisions des chargeurs sont en réalité des choix discrets. Il s'intéresse à la « probabilité » qu'un chargeur choisisse telle alternative ou telle autre. Celle-ci dépend logiquement de l' « utilité » ou de l'intérêt accordé à chacune des alternatives.

Le caractère désagrégé des analyses de choix discret permet ainsi d'anticiper, dans le cadre d'un scénario donné, l'incidence de tous les paramètres décrivant les offres et les chargeurs.

Il s'agit donc d'une analyse systémique. Le système, dans cette démarche, est défini comme un ensemble de variables interconnectées entre elles et s'influçant mutuellement. En effet, une seule variable, comme par exemple le prix des transports routiers, dépend en réalité de l'interrelation dynamique de pratiquement la quasi-totalité des variables de qualité de service.

La phase de calage du modèle a donc consisté à établir, pour chacune des relations fondamentales des 35 secteurs étudiés, ce qui semblait aux auteurs être sa forme la plus probable. Chaque courbe, chaque valeur, chaque relation a été examinée et validée au terme d'un examen de l'état des connaissances et des tests de sensibilité.

Les auteurs précisent que ce modèle n'a pas pour but de rendre compte de l'évolution passée, mais est plutôt un outil destiné à réfléchir sur des scénarios possibles d'évolution à long terme.

### **Annexe 13.18. – Micro-analyse des critères de choix modal des chargeurs**

*Source : note de synthèse du SES, Fei Jiang, Christian Calzada, 1998/septembre-octobre*

Les travaux s'appuient sur les éléments tirés de l'enquête auprès des chargeurs, menée par l'INRETS en 1998.

Le choix du mode de transport de leurs marchandises qu'opèrent les chargeurs est fonction de nombreux paramètres (origine et destination, valeur, poids et conditionnement de l'envoi, ...) parmi lesquels le temps de transport et son prix jouent un rôle primordial. Pour analyser les valeurs du temps et les effets de prix et de temps de transport sur le choix modal, il faut disposer à la fois de données de prix et de temps pour chaque mode.

La reconstitution des prix et temps d'acheminement relatifs à l'ensemble des alternatives modales du transport public (route, fer, combiné) permet d'estimer un modèle de choix modal discret pour ces variables spécifiques aux alternatives considérées et d'estimer les effets marginaux du temps et des prix sur la probabilité de choix modal.

Les effets marginaux du temps et des prix sur la probabilité de choix sont présentés dans le tableau ci-après. On observe par exemple que, si le temps ferroviaire augmente d'une heure, la probabilité de choisir la route augmente de 0,18 % et celle de choisir le fer diminue de 0,19 %.

On remarque sur le graphique que les effets du prix ferroviaire sur la probabilité de choix de l'un ou l'autre mode sont plus forts que ceux des prix routiers. Malgré tout, quel que soit le mode, ces effets demeurent faibles.

Les effets du temps d'acheminement sur la probabilité de choix apparaissent plus forts pour le transport ferroviaire que pour le transport routier. Cela signifie que, pour modifier le partage modal fer-route des chargeurs, une réduction du temps ferroviaire aura plus d'impact qu'une augmentation (réglementation sociale plus contraignante) du temps routier. D'autre part, le temps de transport a un effet plus important que le prix sur le partage modal.

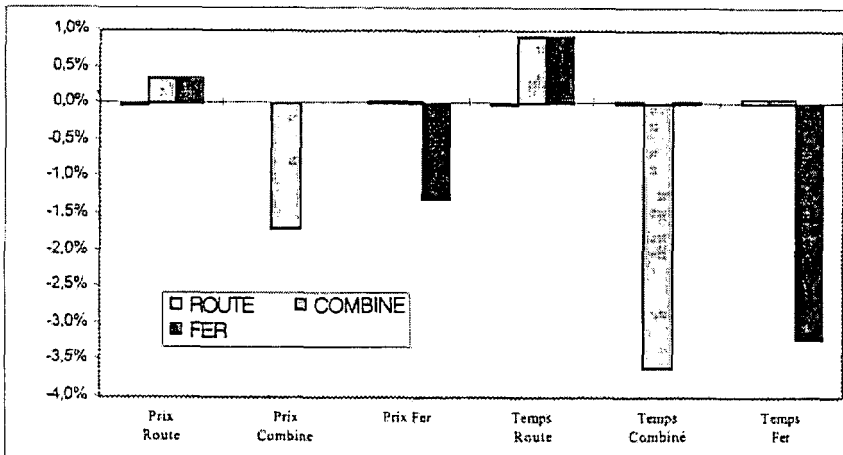


### Les effets marginaux de temps et de prix sur la probabilité de choix (3 modes)

Modes		valeurs moyennes	effets marginaux sur la probabilité			élasticités en valeur moyenne		
			ROUTE	COMBINE	FER	ROUTE	COMBINE	FER
ROUTE	Prix	1687	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01	0,36	0,36
	Temps	25	-0,09%	0,03%	0,06%	-0,02	0,92	0,92
COMBINE	Prix	1820	0,00%	0,00%	0,00%	0,01	-1,70	0,01
	Temps	31	0,09%	-0,09%	0,00%	0,03	-3,60	0,03
FER	Prix	1820	-0,00%	0,00%	0,00%	0,02	0,02	-1,30
	Temps	31	0,18%	0,00%	-0,19%	0,06	0,06	-3,20

France 1988

### Elasticités moyennes (en %) du partage modal aux prix et temps



### Annexe 13.19. – Pricing of intermodal transport : lessons learnt from recordit

ISIS (INSTITUTE OF STUDIES FOR THE INTEGRATION OF SYSTEMS, ITALIE), ANDREA RICCI, 2002. THIS ESSAY WAS PREPARED FOR THE SECOND SEMINAR OF THE IMPRINT-EUROPE THEMATIC NETWORK: “IMPLEMENTING REFORM ON TRANSPORT PRICING: IDENTIFYING MODE-SPECIFIC ISSUES”, BRUSSELS, 14TH/15TH MAY 2002

#### ◆ Objectives and overall approach

RECORDIT directly addresses the above mentioned policy needs. It is based on the recognition that, in Europe, the current intermodal market is characterised and constrained by an insufficient knowledge of the mechanisms of cost and price formation. Increasing the transparency of those mechanisms will stimulate fair competition, and, as a result, raise efficiency levels and improve the quality of service, while contributing to increase the sustainability of the transport sector, social welfare and quality of life.

The RECORDIT purpose is twofold: on one hand, to identify priority areas where intermodal costs could be reduced through a better organisation of services and a more effective and systematic use of efficient technologies; on the other, to support the pricing reform currently in preparation, whereby users are expected to pay for the full costs arising from the production of the transport services, through the incorporation in prices of the so-called negative externalities generated by those services (environmental damages, congestion costs, accident risks, etc.).

To achieve these objectives, RECORDIT has therefore:

- ◊ devised and tested an original accounting framework for intermodal freight transport, where both internal costs (those faced by the various operators for the production of the service), and external costs (those currently borne by society at large) are described. The approach is based on a highly detailed representation of the sequence of activities that are carried out for the production of the door-to-door transport services (as per the layout illustrated above). RECORDIT has reviewed this entire process at the maximum possible disaggregation level, and mapped all cost factors associated to each step, resulting in over 800 individual cost items, all of which are described in the RECORDIT accounting framework, together with their units of measure and the methods to appraise the corresponding values. For what concerns externalities, RECORDIT has adopted the damage cost approach, based on the Impact Pathway methodology, which starts from the technical characteristics of the activity (technology and type of vehicle, load factor, corridor length), then calculates the so-called “burdens” associated to the activity (i.e. emissions of pollutants, emissions of noise, frequency of accidents), then models the physical impact of these burdens on human health, crops, materials, etc., and finally estimates the monetary value of these damages (through market values when available, as for e.g. crops and materials, or through Willingness-To-Pay values otherwise)
- ◊ calculated the entire range of costs for three trans-European, door-to-door corridors (corresponding to a cumulated length of over 9000 km, across 16 European countries, including both Member and Accession States). The result is a database of costs, internal and external, which, although limited to the three RECORDIT routes, provides basic, fundamental insights at the European level as a whole, especially considering that both the intermodal solutions and their all-road, competing alternatives are systematically documented
- ◊ identified those cost items (cost drivers) that play a major role in determining the performance of intermodal services, thereby leading to recommendations on priority actions to reduce those costs. In parallel, the pricing relevance of results has been analysed, through the appraisal of the potential impacts of internalisation.

◆ Pricing-relevant results

All quantitative findings from RECORDIT are based on the calculations carried out for three trans-european corridors:

- ◊ the freight freeway between Patras - Brindisi - Milano - Munich - Hamburg and Gothenburg;
- ◊ the tri-modal transport chain between Genova - Basel - Rotterdam and Manchester;
- ◊ the door-to-door intermodal chain along the corridor Barcelona - Lyon - Torino - Verona - Budapest and Warsaw.

In fact, while the primary objective of the project was to document the cost and price formation mechanisms, and therefore to estimate total real costs, the most interesting results for pricing purposes are those yielded by the comparison of intermodal costs with those of all-road transport on the corresponding routes.

More specifically:

- ◊ comparing total costs (internal + external) across the two options (intermodal Vs all-road) sheds light on their relative attractiveness, and should therefore contribute to explain their current market position
- ◊ comparing external cost with taxes and charges currently paid allows to identify market inefficiencies, both within modes and across them.

Summary results from RECORDIT are provided below to this effect.

Total internal costs for the movement of container<sup>4</sup> (i.e. costs directly borne by the end-user, including taxes and charges) are summarised in the table below:

**Table 2 : Internal costs of intermodal vs all-road transport**

Corridor	Intermodal			All-road		
	€/movement	Length (km)	€/km	€/movement	Length (km)	€/km
Genova-Manchester	2315	2134	1.08	2836	1912	1.48
Patras-Gothenburg	3970	4128	0.96	4894	3599	1.36
Barcelona-Warsaw	3350	3270	1.02	3448	2735	1.26

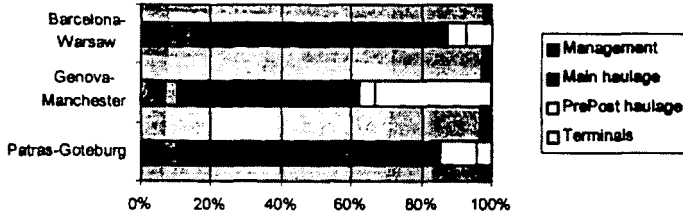
Source: RECORDIT

The intermodal option turns out to be consistently cheaper than the all-road alternative, despite being longer. Its competitiveness is however severely undermined by the poor performance of intermodal transport in terms of trip duration, which is between 70% (Patras-Gothenburg) and 400% (Genova-Manchester) longer than for all-road.

It is also interesting to note (see figure below) that, whilst main haulage is the most important cost in all cases, the share of movement and transshipment at terminals can increase to over 20%. The shares will vary depending critically on the number of transshipments necessary along the intermodal route, and the length of the pre- and post-haul legs. On very short routes the pre and post haul costs can rise to near 50%.

(4) all costs are shown for a so-called « class A » container

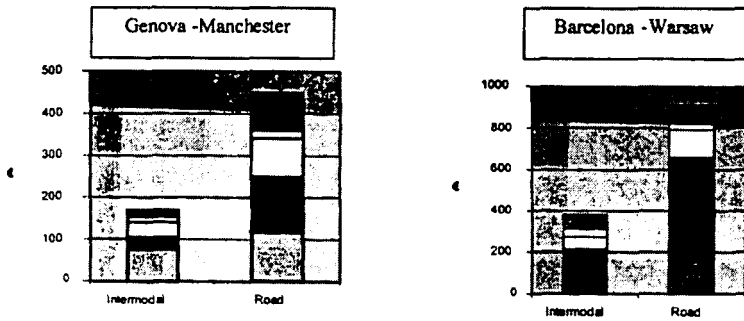
**Figure 2: the main internal costs components of intermodality**



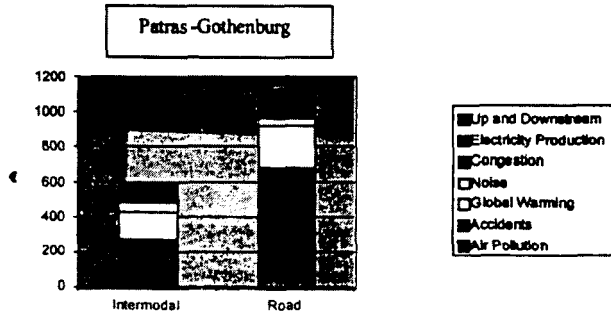
Source: RECORDIT

A similar comparison for marginal external costs confirms the better performance of intermodal transport, as illustrated below:

**Figures 3, 4 and 5: external costs of intermodal and all-road transport**



Source: RECORDIT

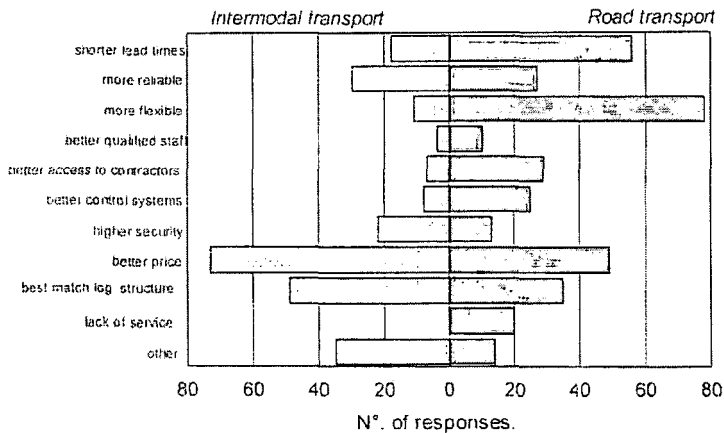


These figures confirm that promoting a massive shift of freight traffic from road to intermodal services would yield significant benefits for the environment and for the community at large. However, they also show that the main obstacle to such a shift lies in the inefficiency of intermodal solutions, at least as perceived by the end-users.

In fact, findings from other research in this area provide additional pricing-relevant input, which may help interpret the relationship between prices and market behaviour:

- ~ the study offering the greatest insight into the intermodal market in Europe was carried out by STRATEC (Lobe, P. 2001) in 1999-2000. Examining 12 routes in Europe the study found that although there are many factors influencing demand, price is still critical. Elasticities are however complex and highly route-dependent
- ~ on the other hand, a survey carried out within the IQ project also concludes that whenever intermodal transport is perceived as superior to its all-road alternative, the factor playing the most important role in the modal choice is price; if the price is right, users may be prepared to accept that intermodal transport is much slower than road.

Figure 6: quality perception of intermodal Vs all-road transport



Source: IQ

When it comes to the comparison between total external costs (including wear and tear of infrastructure), and taxes and charges currently paid (including those levied on the use of infrastructure, e.g. tolls, etc.), the evidence from three corridors proves however insufficient to derive generalised conclusions. The main reason behind such difficulty is the high level of variability of results, and their sensitivity to a large number of specific, corridor-related parameters. Both for intermodal and all-road transport, the RECORDIT corridors show that a variety of different situations can in fact occur: with the exception of the Barcelona-Warsaw route, for which a clear undercharging situation is observed for both road and intermodal, other corridors and segments show contradictory patterns, whereby, in some cases, road transport appears to be already covering its external costs; as for the relative position of road and intermodal (in terms of current level of coverage of external costs), it also strongly varies between routes and countries, owing to substantial differences in national charging policies, but also in the value of external costs (e.g.

accident costs, which vary considerably across countries, and air pollution costs, which are extremely sensitive to the presence of urban or peri-urban stretches in the corridors analysed).

Research on the pricing of the different modes of transport, and the economic theory behind it, clearly point at the need for an integrated, coherent approach in pricing reform, that would avoid introducing further cross-modal distortions. The study of the intermodal transport case stresses such need even further, as it highlights the direct and manifold interactions between the behaviour of individual modes on one hand, and, on the other, the performance of intermodal transport that combines them along a variety of complex patterns.

A case in point is the role of pre- and post-haulage activities embedded in the intermodal chain. These road-based components of the trip are in fact often considered as the weak link of freight intermodality, not only owing to the intrinsic lower performances (e.g. in environmental terms) of road Vs e.g. rail, but furthermore because pre/post haulage is usually carried out with vehicles (trucks) that are consistently less efficient (EURO class) than those used for long road haulages, and with higher percentages of empty trips. Pricing of road externalities can therefore be expected to induce changes in external cost values (e.g. per km of road trip) that will be higher for intermodal than for all-road. On the other hand, the ultimate impact of these changes on the performance of the door-to-door movements clearly depends on the relative length of individual modal sections within the trip. Similar interactions can be also found between intermodal transport and other individual modes, and their impacts in the framework of the pricing reform will vary considerably depending on the pricing instrument adopted. The table below provides a simple illustration of this concept.

Table 3: charging policy options and their relation to modal components

Policy	Road/Rail	Short Sea Terminals	Inland Waterways	Unit of Measurement	Influenced by local conditions	Translation into cost per vehicle.km via
Annual vehicle tax	x			vehicle year	no	vehicle km/year
Vignette country A	x			vehicle year	yes	vehicle km/year
Fuel/energy tax	x	x	x	litre	no	fuel consumption km/l
Emission regulation	x			emission/l	no	vehicle capital/operating
Distance tax	x	x	x	vehicle.km	no	direct
Infrastructure charge (capital/maintenance)	x	x	x	vehicle.km	yes	vehicle km on route types
Infrastructure charge (environmental)	x	x	x	vehicle.km	yes	vehicle km on route types
Location charge (environmental)	x	x	x	vehicle.km	yes	vehicle km on route types
Infrastructure charge (congestion)	x	x		vehicle.km	yes	vehicle km on route types
Quota - fuel, movements	x			per year	no	scarcity pricing

Source: RECORDIT

In any instance, and whatever the instrument adopted, the pricing reform will modify the relative attractiveness of intermodal transport Vs its modal alternatives (mainly all-road). This inevitably calls for analyses incorporating both direct elasticities (i.e. internal to the intermodal sector), and cross-elasticities (e.g. to estimate net modal shifts from road to intermodal solutions), which, as outlined above, are strongly dependent on the specific, and at times very local characteristics of individual routes. In fact, any assumption about an average elasticity for intermodal transport in Europe is disguising a wide variation on different routes.

## Lessons learned from recordit and further research needs

### Reducing uncertainties and understanding variability

Pricing reforms are only effective when based on a solid and robust assessment of real costs and the associated formation mechanisms. These in turn are strongly affected by the uncertainties characterising most of the valuation methodologies currently available. While research is proceeding steadily to reduce such uncertainties, and other research projects (e.g. UNITE, the EXTERNE sequels, etc.) will undoubtedly allow to enhance the intrinsic credibility of valuation methodologies (particularly for what concerns external costs), it is essential that the current level of uncertainty be at least assessed and documented, so as to provide a credibility frame to the cost estimations produced at this time.

This should be carried out through extended sensitivity analyses, and subsequent statistical elaborations.

Concerning external costs, uncertainties arise from three sources:

- a) the scale of the production unit (emissions from vehicles, accident rates)
- b) the model of the physical impact (on a population's health and damage to crops for instance)
- c) the final translation into monetary terms (the value attached to better health for instance).

The final figure that is used to estimate external costs (measured in terms of €/vehicle km) is the product of these three individual components, and therefore the uncertainty surrounding this final impact value contains all the uncertainties of the individual components.

RECORDIT has established a reference data set of internal and external costs, based on the information collected on three trans-European corridors. This represents a valuable starting point for a detailed assessment of intermodal costs at the European level, but it is by no means sufficient in the perspective a full-fledged generalisation such as envisaged in the framework of European policy setting. The variability analyses carried out by RECORDIT show that individual cost items can vary considerably from one corridor to another (at times by orders of magnitude). While this might partially reflect the methodological uncertainties highlighted above, it is widely agreed that these variations are mainly mirroring the actual difference in real costs, due e.g. to varying technological inputs, management and regulatory practices, etc., as well as (for external costs) to varying geographical, meteorological, land-use contexts, varying patterns of electricity production mixes, etc.

This calls for a wider data collection campaign, in the form of additional bottom-up corridor studies, to enhance the current database and increase the meaningfulness of the variability analyses, as basic prerequisites for more reliable transferability and generalisation exercises.

A particular case in point refers to subsidy data. The RECORDIT case studies have shown how difficult it is to identify and document the wide and ill-defined range of subsidies currently characterising the freight market. While the overall value of subsidies awarded to large sections of the transport market are at times available, it is very seldom that such values can be allocated to the movement of goods on specific corridors in a reliable manner. Also, it appears that a variety of "hidden", or indirect subsidies are currently in place, which it is extremely difficult to pinpoint and evaluate. A dedicated effort in this area would certainly contribute to fill this important knowledge gap, and lend increased reliability to specific conclusions such as e.g. on the extent to which the current system of taxes and charges covers external costs.

#### **Integrating intermodal transport in the design of pricing reforms**

RECORDIT has developed a dedicated tool (the RECORDIT DSS), which allows to simulate the impacts of policy packages on costs and price formation. Accordingly, a number of policy packages, geared to the objectives and strategies outlined in the CTP, have been analysed in terms of their potential impact on costs, prices and the increase of intermodal market shares. As for the latter, demand impacts have been grossly estimated through the application of average elasticity coefficients, while it appears that only the integration (or linkage) of the RECORDIT framework to more traditional transport models could allow the simulation of the full chain of impacts from policy formulation to overall demand shifts, and subsequently to the corresponding changes in network utilisation, bottlenecks reduction etc.

Also, the on-going formulation of the transport pricing reform does not happen in a vacuum. A wide range of policies, actions, regulations, and business strategies are already in place to increase the attractiveness of intermodal transport, some originating many years ago, other more recent, both at the European and at the national level. Such policies are producing, and will produce in the future a variety of impacts on the costs and prices of freight transport services, on the availability of infrastructure, on the relative competitiveness of alternative modes. Prior to formulating further measures and actions the expected impacts of current policies should be assessed. The RECORDIT DSS can be seen as a basic building block to carry out such assessments, but a detailed and systematic investigation into the cost-relevant characteristics of current policies should be carried out to ensure that the baseline scenario could be established in the most comprehensive and credible manner.

RECORDIT has carried out a limited number of simulations in order to assess the main impacts of selected, possible measures and policy packages (e.g. a 50% reduction of electricity consumption in rail, an increased level of interoperability of rail networks, a rationalisation of load factors in road haulage). The quantitative results obtained provide useful, though fairly gross insights on the potential effectiveness and efficiency of such measures, and represent only a first, limited sample of possible policy packages targeting a switch of freight transport from (currently prevailing) road to alternative, less road-intensive solutions. A systematic review, formulation and assessment of a wider range of policy packages would allow one to considerably improve and refine the policy formulation process, through the comparative, quantitative analysis of alternatives.

#### **Improving collaboration and information exchange among market players**

Pricing reforms can only produce the expected results if information is available to all market players with a reasonable level of completeness and symmetry. The current institutional and market organisation fails to guarantee the necessary level of data availability and transparency, in the intermodal sector even more than for other modes of transport. As previously outlined, this is largely inherent to the multiplicity of operators, the partial overlapping of the services they supply, and the strong level of competition resulting thereof. Several actions could however be envisaged to overcome what turns out to be a major obstacle to the implementation of an effective pricing reform:

- ◊ owing to the complexity of the intermodal chain, it is more than often impossible to estimate the sheer volume of goods transported between any two locations in Europe. The prevailing transnational nature of intermodal traffic, which used to facilitate the tracking of freight flows as they crossed national borders, now only materialises in a further difficulty, geared to the length of the movement and, as a consequence, to the increased complexity of tracking consignments along corridors that are several thousands kilometres long. Innovative technologies are now available to help fill such basic information gaps: solutions based on EDI and variants thereof, and the future development of GALILEO, should considerably facilitate the establishment and shared use of a comprehensive body of quantitative information.



Implementation and transaction costs remain however high at this time, as analysed by e.g. the INFREDAT project, where a cost/benefit evaluation of alternative hi/medium and low tech solutions for the tracking and tracing of goods was carried out

- ⇒ several market players are currently seeking new roles and exploring new market opportunities associated to the growth of freight transport, as well as the most efficient ways and means to gain profitable market positions therefrom. In the wake of liberalisation of e.g. the rail market, this translates into highly aggressive market behaviours that, in the short term, induce highly protective information handling approaches. RECORDIT has experienced considerable difficulties in bringing some of the major operators to share their insights on the intermodal market. Establishing a public-driven platform for information gathering, and subsequent sharing, could contribute to ease such difficulties, with obvious advantages to all participants in the medium/long term

### **Annexe 13.20. – Modélisation du choix modal en transport de marchandises à partir de la combinaison de données en préférences révélées et déclarées**

*Source : Michel Houee, Gérard de Jong, Fei Jiang*

Prenant appui sur l'enquête pilote réalisée en 1998 auprès des chargeurs de la région Nord-Pas-de-Calais en vue du lancement d'une nouvelle enquête nationale, une démarche complémentaire a été engagée en 2000 pour approfondir la question du choix modal en transport de marchandises. Elle a consisté à ré-interroger un sous-échantillon de chargeurs à propos de certains de leur envois décrits, afin de déterminer à quelles conditions ils auraient pu faire des choix différents en révélant leurs préférences par la mise en œuvre d'une technique dite de « trade-off ».

Divers modèles logit désagrégés ont été estimés à partir des données de l'exercice de préférences déclarées pour le mode choisi, à partir de l'exercice de préférences déclarées avec alternative modale, et à partir des données SP (Stated Preferences) et RP (Revealed Preferences) traitées conjointement, chaque type de données étant plus particulièrement adapté à éclairer un type d'objectif.

Une modélisation complémentaire a été tentée à propos des données RP, visant à estimer les prix et les temps en recourant à des modèles de ce type Tobit, selon une procédure dite de Heckmann consistant à utiliser successivement des modèles sur données qualitatives et quantitatives.

Il était important de vérifier si, par-delà la relative dispersion des estimations de valeurs du temps auxquelles conduisent les divers exercices pratiqués, on pouvait mettre en évidence une convergence des approches en ce qui concerne les mécanismes qui président au choix modal.

Des calculs de sensibilité aux facteurs ont donc été effectués, d'une part en termes d'élasticité marginale à partir du modèle de choix modal basé sur les données SP, d'autre part en termes d'impact sur l'utilisation des différents modes de variations des attributs à partir du modèle conjoint SR/RP, pour lequel un calcul direct d'élasticité n'était pas possible à partir du logiciel d'analyse mis en œuvre.

Le résultat de ces calculs est présenté dans les deux tableaux qui suivent. En ce qui concerne le premier tableau, les élasticités pour chaque alternative sont les dérivées partielles de la probabilité de cette alternative par rapport aux

différentes variables explicatives du modèle. Il s'agit d'élasticités directes pour le mode concerné par l'alternative, et d'élasticités croisées pour les modes autres que celui concerné par l'alternative.

**Elasticités marginales calculées à partir du modèle SP avec alternative modale comportant des variables additionnelles caractéristiques du chargeur et de l'envoi**

Variables	Route - compte propre	Route - compte d'autrui	Train	Transport Combiné
Coût route - compte propre	-0.2174	0.0235	0.0195	0.0101
Coût route - compte d'autrui	0.0467	-0.2187	0.1178	0.1671
Coût train	0.0576	0.1015	-0.1928	0.0053
Coût transport combiné	0.0182	0.1957	0.0012	-0.2433
Durée route - compte propre	-0.0117	0.0014	0.0008	0.0005
Durée route - compte d'autrui	0.0216	-0.2439	0.1793	0.1583
Durée train	0.0287	0.1349	-0.2313	0.0005
Durée transport combiné	0.0144	0.0881	0.0005	-0.1109
Retard route - compte propre	-0.0194	0.0038	0.0002	0
Retard route - compte d'autrui	0.0265	-0.045	0.0317	0.0247
Retard train	0.002	0.013	-0.022	0
Retard transport combiné	0.001	0.012	0	-0.0148
Fréquence route - compte propre	0	0	0	0
Fréquence route - compte d'autrui	0	0.0063	-0.0067	-0.0027
Fréquence train	0	-0.0144	0.0237	0
Fréquence transport combiné	0	-0.0064	0	0.0078
Disponibilité de services logistiques route CP	0.0284	-0.0044	-0.0017	-0.0003
Disponibilité de services logistiques route CA	-0.0242	0.0335	-0.0201	-0.0199
Disponibilité de services logistiques train	-0.0056	-0.0122	0.0223	-0.0003
Disponibilité de services logistiques combiné	-0.0009	-0.0152	-0.0003	0.0189
Adaptation rapide route - compte propre	0.0269	-0.0041	-0.0021	0
Adaptation rapide route - compte d'autrui	-0.0202	0.0459	-0.0389	-0.0220
Adaptation rapide train	-0.0062	-0.231	0.0404	-0.0004
Adaptation rapide transport combiné	0	0	0	0
Transport sur palettes route - compte propre	0.0808	-0.0081	-0.0134	0
Produits agricoles route - compte d'autrui	-0.0279	0.0235	-0.0068	-0.0167
Produits pétroliers - train	0	-0.0077	0.0126	0
Tonnage annuel transporté > 50 000 t train	-0.0198	-0.233	0.0447	0
Tonnage annuel transporté > 50 000 t combiné	0	-0.310	0	0.377

**Effets en % des variations des attributs sur le choix du mode, calculés à partir du modèle joint SR/RP comportant des variables additionnelles caractéristiques du chargeur et de l'envoi**

<i>Effets sur :</i>	Route - compte propre	Route - compte d'autrui.	Train	Transport combiné
<b>Changements :</b>				
<i>Augmentation du coût de 10%</i>				
Route - compte propre	-2.3%	+0.34%	+0.23%	+0.08%
Route - compte d'autrui	+0.93%	-2%	+1%	+2%
Train	+0.4%	+1%	-3.1%	+0.18%
Transport combiné	+0.1%	+1.7%	+1.7%	-3.1%
<i>Augmentation du coût de 25%</i>				
Route - compte propre	-5.6%	+0.8%	+0.5%	+0.16%
Route - compte d'autrui	+2.3%	-0.95%	+3.1%	+5.2%
Train	-1%	+2.5%	-6.8%	+0.4%
Transport combiné	+0.3%	+4.1%	+0.1%	-7.6%
<i>Augmentation de la durée de 10%</i>				
Route - compte propre	-1.1%	+0.2%	+0.05%	0%
Route - compte d'autrui	+0.3%	-1.2%	+1.1%	+1.2%
Train	+0.09%	+0.5%	-1.2%	0%
Transport combiné	-0.04%	+0.3%	0%	-0.6%
<i>Augmentation de la durée de 25%</i>				
Route - compte propre	-2.8%	+0.6%	+0.1%	+0.02%
Route - compte d'autrui	+0.8%	-3.2%	-2.8%	+3%
Train	+0.89%	+1%	-3.1%	-0.08%
Transport combiné	+0.7%	+0.6%	+0.1%	-1.6%
<i>Augmentation de la fréquence de 10%</i>				
Route - compte propre	+0.3%	-0.06%	0%	0%
Route - compte d'autrui	0%	+0.02%	-0.02%	-0.02%
Train	0%	-0.05%	+0.13%	0%
Transport combiné	0%	-0.09%	0%	+0.04%

On constate à l'examen de ces résultats qu'ils convergent sur les principaux diagnostics suivants :

- une augmentation du coût du transport par route – compte d'autrui se traduit par un report de la demande pour ce mode vers le transport combiné et, à un moindre titre, vers le transport ferroviaire ;
- une augmentation du coût du transport combiné se traduit par une augmentation de la demande de transport par route – compte d'autrui (ainsi que de la demande de transport par train, dans les mêmes proportions, dans les calculs faits à partir du modèle SR/RP) ;
- les effets des variations de la durée sur la répartition de la demande de transport sont similaires à ceux décrits ci-dessus suite aux variations des coûts, à ceci près que l'augmentation de la durée du transport combiné

profite quasi-exclusivement au transport routier en compte d'autrui d'après l'un et l'autre modèle ;

- pour les autres attributs, une modification concernant le transport ferroviaire ou combiné affecte principalement le transport par route en compte d'autrui.

### Annexe 13.21. – Enseignement d'expériences étrangères : les Pays-Bas

Source : *Transport & Logistiek Nederland*

L'étude analyse dans quelle mesure le transport routier aux Pays-Bas couvre les coûts d'infrastructures et les autres coûts externes.

#### En centimes d'euro par véhicule.km

	camion <12 tonnes	camion >12 tonnes	camion + remorque
Infra	5,5	5,6	8,8
Pollution de l'air	2,2	2,6	3,6
Sécurité	2,8	2,8	1,8
Bruit	1,7	1,5	1,3
Total coûts externes	12,2	12,5	15,5
Taxe routière actuelle	6,7 (55 %)	7,7 (62 %)	11,3 (73 %)

Pour couvrir tous les coûts externes, la taxe routière devrait augmenter de :

- ⇒ 6 % pour les camions <12 tonnes
- ⇒ 5 % pour les camions >12 tonnes
- ⇒ 4 % pour les camions + remorque

Cette augmentation des coûts est faible comparée à celle des coûts ferroviaires en cas de facturation directe des coûts externes. L'élasticité au prix calculée par ECMT pour le transport routier est de - 0,29. Une augmentation des prix de 6% entraînerait une baisse de volume de 1,7 %. Cependant, l'augmentation du coût routier total serait compensé par une amélioration de l'efficacité.

Facturer la totalité des coûts externes du transport routier n'entraînerait donc qu'une faible hausse de la taxe routière aux Pays-Bas. Qui plus est, une autre étude (TRAIL 2001) montre qu'une augmentation importante des coûts, de 40 % par exemple, n'aurait qu'un effet mineur sur le volume total de transport routier et sur les possibilités de report intermodal de la route vers le transport combiné.

**Annexe 13.22. – Les coûts externes et leurs impacts en Allemagne**

Source : *PTV plannung*

To cover external costs caused by burning processes of vehicles engines, heating, and electrical power generation, ecological taxes, so-called Öko-Steuer, have been introduced in Germany. In 1999, ecological taxation has been levied on petrol, diesel, heating oil, natural gas, and electrical power generation. The following table depicts the tax on diesel and electrical power.

**Tabelle 1  
Ecological taxes (öko-steuer) in Germany**

Year	Diesel [EUR/l]	Electrical power [EUR/kWh]
1999	0.03	0.0102
2000	0.06	0.0128
2001	0.09	0.0153
2002	0.12	0.0179
2003	0.15	0.0205

Remark: It was originally intended to spend revenues stemming from ecological taxation for appropriate measures, for example such as to install noise protection walls along newly realised or extended traffic routes, or to support traffic-related research projects aiming at environmental protection. Due to recent political development, the Federal Government decided to support the state-owned pension schemes in order to keep the premiums stable.

The still most recent study on external costs publishes estimations for road and rail transport in Europe which are distinguished into road general and rail, while road general is separated into Light Goods Vehicles (LGV) and Heavy Goods Vehicles (HGV). In the following the respective figures are depicted for Germany and France.

**Tabelle 2 – Average external freight costs by means of transport  
Base year 1995**

Country	LGV	HGV	Road general	Rail
	EURO per 1,000 tons-km			
Germany	569	88	96	28
France	529	84	128	10

The following table shows the relative share of the different cost categories examined in absolute figures.

**Tabelle 3**  
**Cost categories for average external freight costs in Germany**  
**Base year 1995**

Germany	LGV	HGV	Road general	Rail
Cost Category	EURO per 1,000 tons-km			
Accidents	124.0	9.1	11.9	0.0
Noise	42.6	7.5	8.4	4.7
Air pollution	162.0	40.3	43.3	6.3
Climate change	132.0	16.6	16.0	7.8
Nature & landscape	20.0	2.6	3.1	0.6
Urban effects, separation	11.7	1.5	1.8	0.9
Urban effects, space availability	2.8	0.4	0.4	0.0
Up-/ Down-stream processes	75.1	10.1	11.4	8.0
<b>TOTAL</b>	<b>570.2</b>	<b>88.1</b>	<b>96.3</b>	<b>28.3</b>

**Tabelle 4**  
**Cost categories for average external freight costs in France**  
**Base year 1995**

France	LGV	HGV	Road general	Rail
Cost Category	EURO per 1,000 tons-km			
Accidents	99.0	8.5	18.6	0.0
Noise	49.8	8.7	13.2	0.9
Air pollution	138.0	35.4	46.9	2.8
Climate change	129.0	16.4	23.3	1.5
Nature & landscape	35.5	4.6	8.1	0.6
Urban effects, separation	6.6	0.9	1.5	0.9
Urban effects, space availability	1.6	0.2	0.4	0.0
Up-/ Down-stream processes	69.2	9.5	15.8	3.8
<b>TOTAL</b>	<b>528.7</b>	<b>84.2</b>	<b>127.8</b>	<b>10.5</b>

The following tables show relative influence of different cost categories on the value of the respective mean of transport.



**Tabelle 5**  
**Relative share of cost categories for average external freight costs in Germany (Base year 1995)**

Germany	LGV	HGV	Road general	Rail
Cost Category	%			
Accidents	22%	10%	12%	0%
Noise	7%	9%	9%	17%
Air pollution	28%	46%	45%	22%
Climate change	23%	19%	17%	28%
Nature & landscape	4%	3%	3%	2%
Urban effects, separation	2%	2%	2%	3%
Urban effects, space availability	0%	0%	0%	0%
Up-/Down-stream processes	13%	11%	12%	28%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tabelle 6**  
**Relative share of cost categories for average external freight costs in France Base year 1995**

France	LGV	HGV	Road general	Rail
Cost Category	EURO per 1,000 tons-km			
Accidents	19%	10%	15%	0%
Noise	9%	10%	10%	9%
Air pollution	26%	42%	37%	27%
Climate change	24%	19%	18%	14%
Nature & landscape	7%	5%	6%	6%
Urban effects, separation	1%	1%	1%	9%
Urban effects, space availability	0%	0%	0%	0%
Up-/Down-stream processes	13%	11%	12%	36%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

In a short example for road transport, the current coverage of external costs by ecological taxation can be assessed against calculated external costs.

Supposing a 1,000 tons-km long-distance trip of a HGV, diesel consumption can be assumed to be 34 litres per 100 km in average leading to a total consumption of 340 litres. In 2000, for this distance 20.40 EURO are due caused by ecological taxation. External costs have been estimated to be 88 euro per 1000 tons-km in base year 1995. Considering inflation between 1995 and 2000, the estimated external costs increase by 6.9% to 94 EURO per 1000 tons-km. This means that ecological taxation covers around 22% of the estimated external costs.

### **Annexe 13.23. – A rail freight forecasting model for the strategic rail authority**

*Hawthorne, John, Brooker, Ian (Sinclair Knight Merz, UK)*

*Ashley, David (Sinclair Knight Merz, Australia)*

*Hughes, Caroline (Strategic Rail Authority, UK)*

#### ◆ Introduction

The UK Strategic Rail Authority (SRA) is charged with developing strategies for both passenger and freight. The transfer of freight from road to rail has long been a government objective supported since 1974 through Freight Facility Grants. More recently the Government's 1998 Integrated Transport White Paper, its daughter document, Sustainable Distribution and, most recently, Transport 2010 – The Ten Year Plan, set out the benefits of moving freight on rail, stressing in particular its contribution to congestion relief and environmental improvements, notably via reductions in CO<sub>2</sub> emissions. In May 2001, the SRA set out its strategy for delivery of the 80 % growth in freight by rail over the period of the Government's 10 Year Plan.

In order to inform the development of this strategy, and to understand the potential for the growth of freight, the SRA commissioned Sinclair Knight Merz (SKM) in early 2000 to devise a policy-sensitive freight demand forecasting model. To encourage the transport of freight by rail, the SRA wished to consider the impacts of a number of mechanisms ranging from direct subsidy through to the direction and encouragement of investment. It also wished to comment on the impact of other changes on the potential for rail freight – for instance changes in goods vehicle taxation or road congestion. A key function of the model, therefore, is to enable the SRA to identify the impact of policy and scenario changes within or outside its control.

The initial version of the model, delivered in August 2000, produced national forecasts only. A revised version of the model was subsequently commissioned and delivered in March 2002 capable of use with regional and corridor data. The model is designed for SRA staff to use.

The broad concepts behind the model are introduced in the next section and this is followed by descriptions of the national model and the new regional variant.

◆ General Concepts

*Philosophy*

The model is intended to be open and user friendly, with the intention being that it will be owned and controlled by the SRA and that results will be auditable.

The philosophy behind the model has been to combine an econometric approach to forecasting total freight transport demand with real world understanding of the transport decision making process. To achieve this, the study team combined the forecasting expertise of Leeds ITS, the freight expertise and transport modelling expertise of Sinclair Knight Merz, with the practical railway experience of AEAT rail and specialist advisers with an intimate understanding of the freight market.

The project started by analysing the freight decision making process in some detail, considering questions such as :

- Is it possible to define a sub market in which rail freight competes ?
- What are the main factors which influence rail's market share ?
- Are there markets which either rail or road freight can never compete for ?
- What is the impact of service quality on rail market share ?

The study also needed to define at the earliest possible stage the full range of factors that should be manipulated in the model which might impact on the rail market share, with a particular emphasis on specifying policy « levers » which the SRA may wish to test. These are mainly designed to increase rail's market share.

Policy levers include direct subsidy of rail services, but they go beyond this to include the encouragement of the development of railway connections into industrial sites and intermodal terminals, investment in improved infrastructure, and policies intended to improve railway quality or productivity.

*Key determinants of market share*

The only significant market in which rail cannot generally compete is for freight which moves in small road goods vehicles. While it is true that this traffic can sometimes be grouped to form larger loads, it is reasonable to assume that, if a product is moved in a small road vehicle, the freight decision maker has decided

that groupage is not an option. The proportion of freight moving in small vehicles tends to be much higher for short distance movements, and varies by commodity. Consequently, the volume of freight moving in small vehicles (by commodity and distance band) is estimated at an early stage in the model and removed from the potential rail markets.

Within the remaining market, the study concluded that the main determinants of market share are :

- the characteristics of the product – which can broadly be described by commodity ;
- the distance that freight is moved ;
- the concentration of freight volume between any two points, with infrequent and/or low volumes being contrasted with a regular daily volume between two points of over 500 Tonnes (broadly equating to flows which could be carried in complete trains) ;
- the ease of access to the rail network at the origin and destination – i.e. does the factory or distribution centre have a rail siding, or must the goods be transported to a railhead by road ;
- the model uses a process of market segmentation, as described later in this paper, to distinguish markets with varying rail potential.

### *Commodity groupings*

A requirement for any freight data analysis is to derive a commodity grouping which has some meaning in terms of differing market characteristics or handling characteristics. This is made harder as different sets of input data are invariably presented using different commodity classifications or at different levels of detail. This is a particular problem when looking at historic data – as was required for the freight market forecasting part of the study.

The 10 commodity groupings used in the model are not ideal, but they have been designed to allow forecasts to be made by commodity based on historic and recent data from a range of sources :

- food, drink, agricultural and crude materials ;
- coal and coke ;
- petroleum and petroleum products ;
- ores and metals ;
- construction ;

- chemicals and fertilisers ;
- machines and manufactured goods ;
- miscellaneous goods ;
- international containerised ;
- international unitised.

A large proportion of goods is assigned as « Miscellaneous », which includes non specified commodities and domestic waste (a huge market and one with importance for rail). Generally the model assumes that « Miscellaneous » freight behaves in a similar way to manufactured goods.

#### *Source data*

The data base for the national model is the total tonnage of road and rail freight moved in the UK split by commodity and distance bands. This was derived from national statistics published by the UK Department of Transport and provided to the study by train operators.

In order to develop the regional model it was necessary to develop a much more comprehensive set of base data. This process is considered in section 4.2.

#### ◆ The national model

##### *Basic structure*

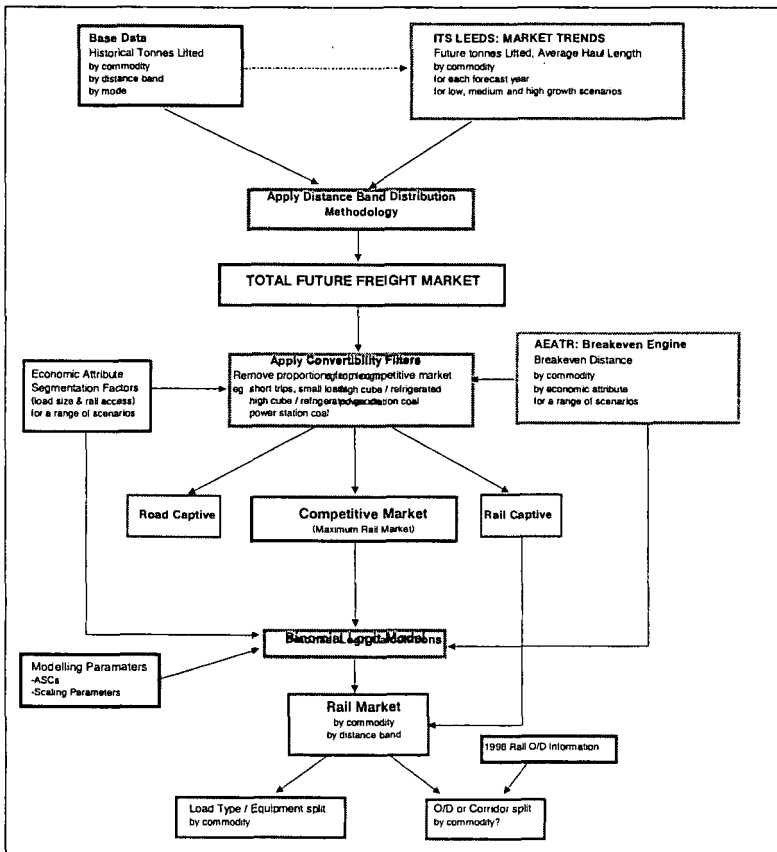
The model consists of the suite of modules illustrated in Figure 1. The broad process is as follows :

- a trend forecast of market size and average length of haul by commodity groupings is produced and converted into tonnages by distance band ;
- the markets are then segmented into 6 segments according to rail accessibility and load size ;
- sub-markets for which rail does not compete or for which rail has a monopoly are separated out ;
- the « breakeven engine » computes the cost of carrying each commodity by road and rail for each market segment at 1 mile increments from 0 miles to 750 miles. From this is inferred the breakeven distance – that distance at which the cost of carriage by road and rail is the same (above this distance rail is cheaper, below road is cheaper) ;

- a mode share model then uses the breakeven distance as the basis for allocating the competitive markets between road and rail for each commodity.

Each of these processes is described in more detail in the following sub-sections.

**Figure 1 : overview of national model structure**



### *Market projections*

The model forecasts tonnes and tonne kilometres by commodity, using a base year of 1999, based on an analysis by Leeds ITS relating road and rail volumes and average journey lengths to GDP.

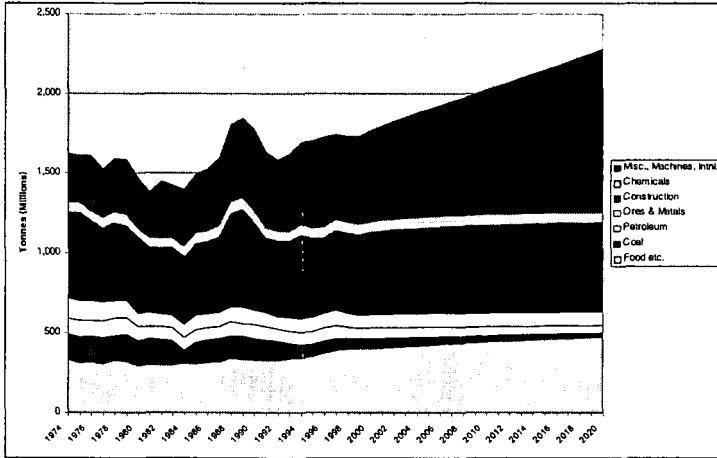
The ITS analysis reflected new trends in freight market forecasting based on a commodity by commodity analysis, rather than simply relating observed vehicle movements to GDP. Correlation of changes in journey length to GDP is a simplification, as these trends are also related to unquantifiable logistics trends such as centralisation and « Just In Time » processes.

However, it was important to reflect the ongoing growth in average journey length, which has been a clear trend in all commodity groups, but particularly in the « non bulk » freight markets.

The coal market is impossible to predict using such techniques – not least because it is characterised by major step changes such as the recently announce plans to close the major Selby coalfield. The model instead used advice from within the coal industry to develop a range of scenarios based on either a steady state or various rates of decline in UK coal burn.

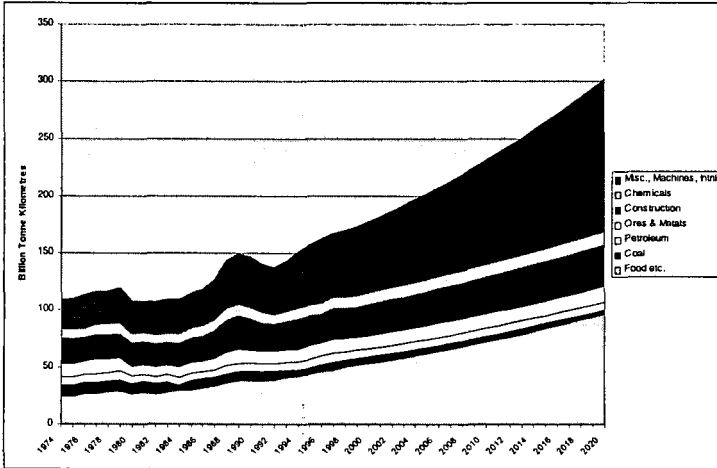
For other commodities, three GDP levels have been used for the High Medium and Low forecasts, but with GDP growth remaining constant throughout the twenty year forecast period in each case.

**Figure 2 – Tonnes lifted – medium forecast**



The model then uses snapshot forecasts for 2005, 2010, 2015 and 2020.

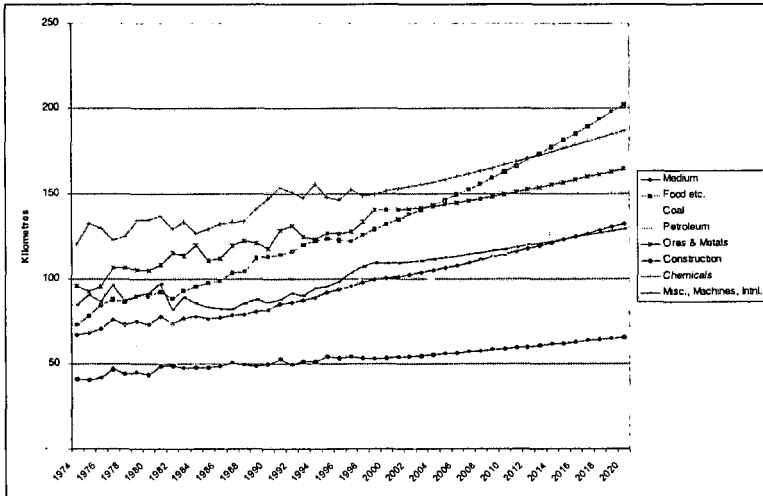
**Figure 3 – Tonne km moved – medium forecast**



While the tonnage lifted in 2020 is likely to be 132 % of 1999 tonnage, total tonne km moved in 2020 will be 175 % of 1999 levels, due to the model's approach to forecasting increases in average journey length. This is an assumption which is vulnerable to cyclical changes in the market.



Figure 4 – Average journey length



### *Distance bands*

The proportion of each commodity moved in each distance band is known for the Base Year. The future year forecasts only provide a forecast of total tonnage and average journey distance for each commodity. The forecast year distance band profile is determined within the model based on the pattern of movements in the Base Year.

An iterative process modifies the base year distance profile to fit the forecast total tonnage and average haul length values, while minimising deviation from the base year pattern. The general characteristics of haul lengths are thus preserved in the future year forecasts, while accommodating projected changes in average haul lengths.

### *Small load filter*

At this stage in the model, the sector of the market which relates to small volume loads is identified within each commodity. Rail cannot compete effectively for this market, and so it is removed ('filtered' out) to give a clear picture of the potential rail market.

A proportion of the volume in each distance band, for each commodity is therefore determined to be « road captive ».

### Market segments

The remaining volumes are then further divided into the six market segments identifying traffics with significantly varying likelihoods of using rail on the basis of the size of load and the accessibility to rail sidings.

	Flows <500 T per day	Flows >500T per day
Railway siding at Origin and Destination	Wagonload PS-PS	Trainload PS-PS
Railway siding at Origin or Destination	Wagonload PS-D/C-PS	Trainload PS-D/C-PS
Road transfer required at both Origin and Destination	Intermodal	Intermodal

*Note : C collection, D delivery; PS private siding*

The process of market segmentation was hampered by lack of data. Interviews with industry experts were therefore used to form a judgement of the proportion of freight for each commodity that would be likely to fall into each segment. The SRA may commission further research into specific commodities to provide enhanced market segmentation data.

Undertaking the market segmentation in this way clearly illustrated stark differences between commodities. For instance, the vast majority of coal is moved in « trainload » quantities between locations with rail access. Virtually no food and drink products move in trainload quantities or between locations with rail access – explaining in a large part rail’s very high market share for coal and almost total absence from the food market.

The market segment has a major impact on the economics of rail freight movement – not least in the significant extra costs of transferring freight by road to a railhead where there is no direct access to the rail network.

In forecasting, the process takes into account any expected or planned changes in the availability of Private Sidings as input by the user, which allows the SRA to forecast the impact of increased siding provision, for instance.

### *Gauge filters*

The final step in determining the true competitive market is to remove volumes which are captive to road due to gauge considerations. These four filters are as follows :

- Domestic Piggyback filter
- Domestic High Cube filter
- International Containerised 9'6" filter
- International RoRo Piggyback filter

A spreadsheet model has been developed to estimate the values for the filters. For each filter, the process is as follows :

- Identify the proportion of freight that would be captive to road without gauge enhancement – ie. traffic which has the wrong dimensions to be carried by rail. This varies over time, reflecting the strong trend towards lighter but bulkier freight consignments.
- Estimate the proportion of this « captive traffic » that could be carried by rail under various enhanced loading gauges.
- Input the gauge enhancement programme for the scenario being considered.
- Forecast how much « captive traffic » could be addressed by rail after gauge enhancement.

For the purposes of the model, we assume that all routes in the UK can be categorised into “Standard Loading Gauge”, “9'6” Loading Gauge”, and “Piggyback Loading Gauge”, reflecting the two major achievable market break points.

The 9'6” loading gauge issue is particularly important. Rail has a high market share of deep sea container movements, but cannot efficiently carry 9'6” boxes under the loading gauges found on most of the network. Unfortunately, more and more containers are 9'6” high, and within 10 years these containers will dominate the market, with a real risk that rail will lose this market.

The piggyback gauge issue is more difficult to model. It concerns a desire among some freight decision makers for rail to carry road trailers rather than intermodal boxes. Most road trailers cannot be carried under the existing loading gauges. It is certainly the case that some freight will never use rail unless the loading gauge is improved – but it is very hard to estimate what

proportion of the market this is. Indicative figures were used in the model, and these can be refined through research at a later date.

It is important to note here that the model does not simply use the proportion of the network cleared for each gauge, but rather the proportion of freight volume served by cleared routes.

Thus clearance of the West Coast Main Line will impact on a much greater proportion of the freight market than clearance of the Great Western Main Line. As a further complication, the proportion of freight served by each route varies by commodity.

#### *Domestic Piggyback Filter*

The model estimates that 15 % of the potential intermodal market would not use rail unless piggyback services were provided, and that therefore 15 % of the potential intermodal market is effectively captive to the road mode.

It is important to note that this filter only applies to intermodal traffic, not that which uses private sidings (PS-PS or PS-C/D).

Even with no gauge enhancement, some of this captive market could use piggyback services (estimated at 5 %), generally movements in tankers or of very dense traffic. Still more could utilise the proposed 9'6" gauge (30 %). Even at piggyback gauge, only 70 % of potential piggyback traffic could be carried due to constraints on carrying high cube piggyback vehicles.

#### *Domestic High Cube Filter*

For all non bulk commodities there is an increasing trend towards the use of tall or low platform road vehicles to carry relatively low density products. Rail cannot generally compete for this type of traffic on price, and we can therefore assume that goods in high cube road vehicles will be "captive to road" unless the rail loading gauge is enhanced.

As an initial assumption, we have forecast that the proportion of non-bulk freight that is too high cube for rail to compete will be 15 % in 2000, rising to 35 % by 2020. It is estimated that rail could compete for 30 % of this market under 9'6" gauge, and 70 % under piggyback gauge.

### *International Containerised 9'6" Filter*

Freight in ISO containers passing through UK ports is treated as a separate commodity by the model. 9'6" containers can only be carried under the standard loading gauge using specialist low floor wagons which have a bad impact on unit costs. Nonetheless, such wagons are being used as an interim measure, and we have assumed that rail would be able to carry up to 5 % of 9'6" containers in this way.

Gauge enhancement to 9'6" or piggyback would allow any 9'6" container to be carried on standard wagons. The main difference between the approach to modelling international flows and domestic flows is that for the international flows both the access to the port and the main line must be enhanced to allow rail to compete for the extra traffic.

### *International RoRo Piggyback Filter*

Similarly, international RoRo traffic passing through UK ports is treated as a separate commodity. This excludes traffic passing through the Channel Tunnel by Shuttle or by EWS through services.

The RoRo commodity is included specifically to measure the important opportunity to carry piggyback freight to and from the major RoRo ports. Huge volumes of freight pass through Dover, Portsmouth, and Felixstowe on road goods vehicles, and none of this is moved by rail within the UK. Research suggests that none of this traffic will be attracted to use rail to and from the ports unless rail is able to carry the vehicles used in piggyback mode. The model therefore assumes that 95 % of this market is captive to road freight services, unless gauge is enhanced.

#### ◆ The Breakeven Model

A detailed road and rail Freight Cost Model was developed by the study team to derive break-even cost distances between rail and road delivery for each commodity and market segment. The breakeven distance is influenced by a range of control variables on rail and road transport costs.

These include :

- Trunk route distance
- Collection & delivery (C&D) distance

- Annexe 13 -

- A full range of variables affecting road and rail vehicle operating costs:
- Train capacity restrictions
- Road vehicle weight limit
- Back-load percentage
- Vehicle excise duty
- Fuel cost
- Average speeds for the rail trunk route, the road motorway route, the rail C&D route and the road non-motorway route
- Driver hours limit
- Road pricing
- Track access charge
- Freight subsidies/grants
- General road and rail operating costs

#### *Input data for the breakeven model*

The input data provides route data, equipment and manpower costs, rail terminal and train marshalling costs, track access and road pricing charges, vehicle excise duty, fuel costs, vehicle standing and operating costs, trailer, wagon and train capacities, back load data by commodity and gross train weight. The model currently assumes that all traction is diesel powered. Rail terminal costs are input as a cost per lift and wagon marshalling as a marshalling cost per train. That is, it is independent of the number of wagons in a train.

#### *Processing*

Rail costs are calculated to include road collection and delivery legs, rail tripping legs and rail terminal and train marshalling and bulk transfer costs where applicable. This data and the general input data are used to calculate round trip costs for rail and road transport. The round trip costs are converted to give a cost per payload tonne.

The payload for road and rail is then calculated and these are used to allocate for each market segment the road and rail costs for journeys of different lengths, in 1 mile steps from 0 to 750 miles. The module also calculates the break-even distance between road and rail (where one exists) for each market segment.

The breakeven distance varied from over 800km for wagonload traffic with no access to rail down to 0km for trainload traffic moving between private sidings. The outputs were validated with reference to known flows – and it is indeed reasonable to assume that where there is a large volume of freight moving between two points with railway sidings, however close together they are, rail will generally be able to offer a lower price than road.

### *Reliability factors*

The model seeks to make provision for the effect of improvements in rail reliability. However, this has proved somewhat difficult both to quantify and to calibrate. As it can be reasonably assumed that it will affect the distances at which rail becomes competitive, it has been modelled as an adjustment factor applied to the breakeven distances derived from the breakeven model.

### *Mode share calculations*

The calculated breakeven distances are then used to perform the mode share calculations. These are based on a binomial logit calculation. For each distance band, for each commodity and market segment, the difference between the breakeven distance and the haul length is determined, and this is the driver of the logit equation. This difference represents the relative cost of the two available modes. The more that the haul length exceeds the breakeven distance, the more attractive rail becomes in cost terms, and the greater the proportion of the market that will choose to use the rail mode. Conversely, as the haul length falls below the breakeven distance, rail becomes increasingly more expensive than road, and the road share is increased.

The advantage of the logit model is that a proportional split is achieved within each distance band. This more closely reflects the reality of the freight business than an ‘all or nothing’ function. Calibration constants are derived from the observed base year modal shares. These factors have been derived separately by commodity and distance band.

## ◆ Regional Development of the Model

### *Key changes*

The March 2002 version of the SRA Freight Forecasting Model introduced two key changes from the original model.

Original model	March 2002 model
Fixed base dataset of national traffic	User selection of regional or corridor datasets with Data Tools provided
Fixed sets of data for forecasts years	Forecast year data calculated by application of scaling factors to base year data

The model had always been flexible enough to accept a variety of inputs and policy levers, but the opportunity was taken to allow as many as possible of these levers to be controlled from the « front end » of the model by users without any programming expertise. In particular, the capability was provided to vary track access subsidies by commodity.

Key features of the regional adaptation are described below.

*Development of comprehensive base year data*

The primary sources of data used in the regional model are as follows :

- Continuing Survey of Road Goods Traffic (CSRGT), published by the UK Department of Transport
- Billing Information for Freight System (BIFS), used by Railtrack for the billing of track access charges from freight operators

The CSRGT provides comprehensive data by commodity of freight moved within the UK in UK registered goods vehicles. This data is available on a county to county basis. By overlaying an SKM analysis of international road movements a complete national county to county road matrix by commodity has been assembled, including estimated movements in foreign registered goods vehicles.

In order to provide a matched base dataset for rail movements, AEA Technology Rail has developed an equivalent county to county rail freight matrix from BIFS data. An important constraint on this data is that it was only possible to assign rail freight flows by the counties in which the rail terminals are located.

For any run of the model that does not cover the entire UK, the user must select only those freight flows in the corridor or region being examined. To assist in this process, the model now allows entire region to region flows to be excluded.



For instance if the corridor is between London and Cornwall, all flows to and from Scotland could be excluded.

The road and rail data is then combined, to provide an estimate of the total volume of freight moving through the corridor or region split by commodity and by distance band. The process of allocating distance bands in the base year is designed to maintain consistency with national figures. In particular, it was found necessary to manually re-create the shorter distance bands (0-25km and 25-50km) as these were not synthesised accurately by the relatively coarse county to county matrix. This may result in some overall inaccuracy for short distance traffic, but this is not the primary market for new rail traffic.

#### *Future year trend forecasts*

It is not possible to obtain the required historic tonnage by commodity data on a regional basis and we therefore assume that the growth in movement of any commodity in a particular distance band will be in line with the growth of that commodity in that distance band in the UK as a whole.

This risks missing trends such as the closure of the coal industry in a particular region, or a shift in consumption between regions, but such trends are difficult to forecast in any case, and the model will at least reflect the commodity and distance band make up of the corridor or region being considered.

#### *Forecasting regional journey lengths*

The forecasts used in the national model include changes in the average length of haul, and thus the distribution of traffic across distance bands.

However, there are two key factors which may result in the base year regional or corridor datasets exhibiting different journey length characteristics from data for the UK as a whole.

Terminating vs transit freight traffic. Depending on the region or corridor being studied, there will potentially be quite significant variations in the proportions of originating traffic and transit traffic, and this is likely to impact both on the overall average length of haul, and the distribution across distance bands. For example, in Cornwall and the far north of Scotland virtually all the longer distance traffic will be starting or finishing in the region, whereas the M40 corridor will be carrying significant volumes of transit traffic.

Maximum journey lengths. The physical location of the region of corridor being studied, and its proximity to other major traffic centres will affect both maximum possible journey lengths and, as a consequence, average lengths of haul. For example, it might be expected that traffic to and from Cornwall has a longer average length of haul than traffic to and from the Midlands.

In a context where we expect differential growth rates in freight volumes by distance band (eg faster growth in longer distance freight volumes), we cannot necessarily apply national average commodity growth rates to regions and corridors with markedly different journey lengths from the national average.

Thus although as a general principle we apply the national trend in the tonnage moved in each distance band for each commodity, we note that corridors currently carrying longer freight movements are therefore likely to exhibit higher tonnage growth rates.

In circumstances where such tonnage growth is considered unrealistic, we have accordingly provided a facility to scale the forecast by pro-rating the values across all distance bands so that the resulting total matches the market forecast.

The user of the model has the option of choosing scaled or non-scaled forecasts at runtime.

#### *Other detailed modifications*

A number of other detailed modifications are included in the regional model, primarily designed to improve the user interface and to simplify the underlying programming.

#### ◆ Problem areas

##### *Availability of international road haulage data*

In comparison with the data available on UK internal road haulage movements, it was more difficult to assemble good-quality origin and destination data for the UK leg of international movements.

Although the CSRGT should in theory capture the UK leg of international movements, it excludes foreign registered vehicles which operate a significant proportion of this traffic. Although a port tag is applied to certain flows, we found problems in correlating the volumes of traffic actually identified against

known totals of throughput for specific ports. This lead us to conclude that there may be lack of clarity either in completion of questionnaires or subsequent coding. Other data sources provided some useful indications, but it was still necessary to use judgement to synthesise the base dataset used by the model.

### *Calibration of modal choice for general merchandise traffic*

This is a fundamental problem faced by anyone setting out to model potential rail freight growth. Rail has a respectable market share of bulk commodities, but almost no share of the largest market: the movement of manufactured goods and food. It is difficult to take observed data from the non bulk commodities and make firm predictions for future growth.

In part, rail's poor share can be explained by economic factors. Almost no manufacturing plants or distribution centres have rail facilities, and so goods must generally be moved intermodally. The breakeven distance for intermodal movements is currently generally greater than the distance between London and Glasgow. This is demonstrated by the fact that rail carries only a very small volume of intermodal domestic traffic on any route in Britain.

A great deal of the future potential for rail freight therefore depends on :

- bringing down the breakeven distance (by reducing rail costs or anticipating higher road costs) and ;
- hoping that the trend towards longer journeys will increase the volume available in distance bands beyond the breakeven distance.

There is limited evidence to support this contention. Recently, new flows of collected and delivered traffic have started between the South and Scotland, and the economics behind the model would suggest that these are the precursors of a significant new market for rail.

However, some argue that other major factors deterring non bulk customers from using rail include difficult to quantify service quality and flexibility. While the model does provide a crude forecasting tool for forecasting the impact of improved service quality, the main assumption for future non bulk rail freight growth is that, as rail becomes more competitive, it will start to capture some of the longer distance markets.

Fixed and variable elements of Track Access Charges

Within the breakeven model, the Track Access Charge (TAC) is applied on the assumption that it is a fully variable cost per tonne km. In practice, rail freight operators pay a fixed element plus a variable charge. This results in the situation where certain flows of traffic may be priced at a level which seeks to recover an element of the fixed charges, whereas additional traffic may be priced down to the margin. In practice, research for the model found that rail operators rarely omitted to include the fixed element when quoting for new business, as all rail freight traffic is regarded as being vulnerable to loss to another rail operator, and rail operators could not risk being left only with traffic which covered its marginal costs.

Recent changes to the basis of calculation of TACs have effectively reduced the fixed element, and moved the costing structure closer to the model.

#### ◆ Conclusions

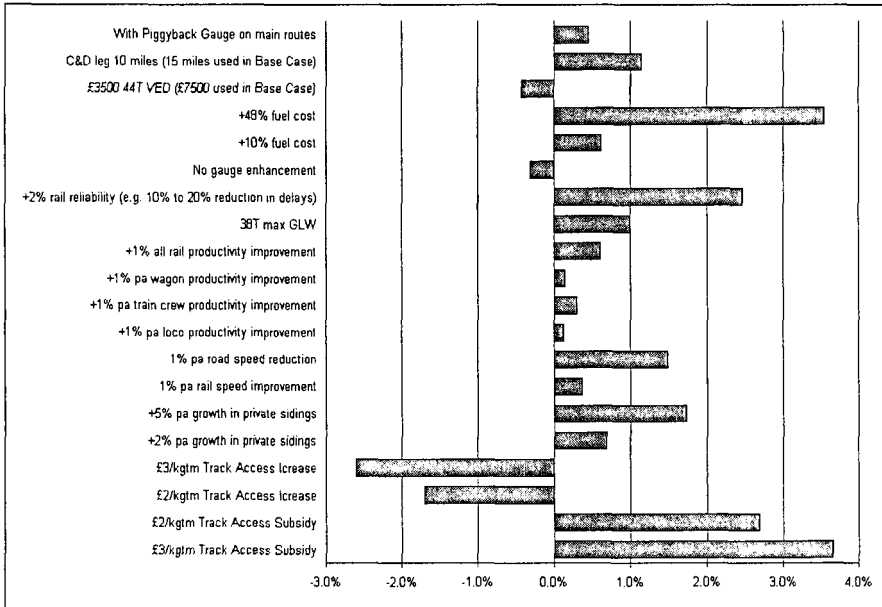
The national model was extensively used by the SRA in the development of their Freight Strategy published in May 2001. The model's forecasts of rail freight volume were broadly in line with other approaches to forecasting used by the SRA.

An important element of the SRA Strategy published in January 2002 is the evaluation in more detail of the impacts of specific schemes, and the development of regional enhancements will enable the detailed forecasting necessary to underpin these.

A number of runs of the national model during 2001 have already illustrated the value of the model in forecasting the effects of changes in a number of policy issues. As an example, the model was used to evaluate the impact of an increase in the gross laden weight of goods vehicles to 44T, and to evaluate the impact of ending the policy of real price increases for fuel.

The model provides a useful guide to the SRA to the sensitivity of the market to various possible policy changes. For instance, the table below illustrates the forecast changes in rail market share in 2010 resulting from various input policy changes.

Figure 5 – Sensitivity to main levers



We believe that this development has extended the boundaries of freight modelling internationally in its ability to represent the effects of a wide range of policy measures.

At its heart, the model is based on a sound understanding of road and rail economics, and of the decision making processes used within the industry. The model has considerable flexibility, and can be adapted to look at a very wide range of scenarios and policy options.

Above all, it has been an important part of the modelling process that it has been developed with close co-operation from the SRA, and in an open way which should ensure that the model is well understood by the SRA's freight team and becomes a tool with day to day usefulness.

### *The Model in Practice*

Like any model, it cannot be relied on to produce a definitive forecast. Forecasting freight also requires a bottom up understanding of developments in the market for each commodity. Very significant freight movements can result

from changes which are not susceptible to being modelled: the opening of a new port, or the closure of a coal field being very pertinent examples.

In practice, we have found it extremely valuable to run the model to forecast the Base Year for any corridor or region being examined. Perhaps surprisingly, given the range of uncertainties, in most cases the model provides a credible replication of the known actual rail traffic, both by commodity and by distance band.

In some cases there are clear anomalies: for instance the model may significantly under forecast aggregates traffic moving by rail along a particular corridor. We have found that in most cases these anomalies can be explained by local circumstances: for instance the presence of a very large rail connected quarry.

In other cases, differences between the model's estimate of rail traffic in the base year and the actual traffic can indicate potential growth areas for rail. An example is that the model expects significant volumes of food traffic to move by rail from the East Midlands, whereas in fact almost none does. The market demand is there: with 6 million Tonnes per annum of food products being moved by road over long distances. Why isn't this moving by rail? Could it be related to the absence of intermodal terminals in the main food producing areas? Is this an opportunity that the SRA can exploit?

This is the real strength of a good model: it does not necessarily provide a completely accurate forecast, but it highlights trends and provides a tool for explaining and quantifying the impacts of change. Although there remain some parts of the model which are relatively weak, this is particularly due to shortfalls in the available data, and we anticipate that further development will seek to gradually address these issues.

## **Annexe 14**

### **Le méta-modèle (manuel d'utilisation)**

#### **Contexte**

Il n'existe pas de modèle « universel » capable d'analyser tous les déterminants des flux de transport combiné. Par contre, il existe de nombreux modèles qui permettent de traiter l'une ou l'autre des facettes de ce problème.

Partant de ce constat, nous avons développé une approche qui consiste à tirer parti des modèles et outils de simulation existants et à construire un « méta-modèle » synthétisant les relations logiques entre les déterminants des flux de transport combiné et leurs impacts.

#### **Objectifs**

Le méta-modèle permet de simuler l'impact de la variation de l'un ou l'autre des facteurs de compétitivité du transport combiné sur la part de marché du transport combiné en France. L'utilisateur peut ainsi tester les effets relatifs de la variation de tel ou tel déterminant, en définissant lui-même un jeu d'hypothèses de variation de ces facteurs.

Afin de rendre l'outil aussi proche de la réalité que possible, les simulations peuvent être réalisées sur 4 chaînes intermodales « types » (2 chaînes purement terrestres et 2 chaînes avec maillon maritime).

#### **Méthodologie**

Les simulations s'appuient sur les élasticités de la demande de transport combiné par rapport à chaque déterminant. Ces élasticités ont été obtenues à travers une analyse détaillée des modèles existants.

La quantification de l'impact de chaque mesure dépend de la valeur des élasticités retenues. Or, l'analyse des modèles a montré une grande variabilité de la valeur des élasticités. De ce fait, nous avons retenu une valeur de base pour chaque élasticité, pondérée par la qualité et la pertinence des études sur lesquelles elle s'appuie.

L'utilisation d'élasticités n'est valable que pour des variations similaires à celles qui ont servi à son calcul dans chaque modèle concerné. Afin d'éviter toute utilisation erronée, il est donc indispensable de faire varier chaque déterminant à l'intérieur de la plage indiquée.

Note importante relative au « méta-modèle » utilisé pour la simulation quantitative

Nous attirons l'attention sur les limites intrinsèques à ce concept de méta-modèle, qui s'appuie sur des modèles identifiés à travers une recherche documentaire comparative détaillée des modèles existants conçus à partir de contextes et de méthodologies spécifiques (zone géographique, mode d'échantillonnage, ...) et non pas sur une approche économétrique basée sur des échantillons ou des panels. En outre, il ne prend pas en compte les effets croisés des déterminants du transport combiné.

Ce méta-modèle doit donc être considéré avant tout comme un outil de nature pédagogique, qui permet de rendre compte de l'ordre de grandeur de l'impact de chaque mesure sur la part de marché du transport combiné. Les résultats en terme d'élasticités doivent être interprétés avec prudence car les élasticités trouvées dans la littérature se situent dans des plages très larges et nous les avons calibrées dans le méta-modèle à des niveaux jugés probables.

### Structure du méta-modèle

◆ Les chaînes-types (onglet « Chaînes-types »)

Les structures de coûts et de temps d'acheminement correspondent aux 4 chaînes-types suivantes :

- 1 chaîne « domestique » de 600 km, avec point nodal, rail-route aux deux extrémités, caisse mobile de classe A (équivalent à 2 TEU) ;
- 1 chaîne « domestique » directe de 1.000 km, rail-route aux deux extrémités, caisse mobile de classe B ,



- 1 chaîne internationale de 1.500 km, rail-route à une extrémité et chargement direct dans un port à l'autre extrémité, conteneur 40 pieds ;
  - 1 chaîne internationale courte distance issue d'un grand port maritime, rail-route à l'autre extrémité, conteneur 40 pieds.
- ◆ Les tableaux de simulation (onglets « Sim\_Chaine A, B, C et D »)

Treize déterminants ont été introduits dans le méta-modèle :

Déterminant
Localisations plates-formes (aux deux extrémités de la chaîne)
Distance tronçon ferroviaire
Prix du transport combiné
Régularité (indice base 100, calculé sur la base de la proportion des trains qui arrivent avec un retard supérieur à ½ heure)
Temps acheminement
Fréquence
Productivité SNCF
Prix "tout route"
PTC 44 tonnes
Coût d'usage de l'infrastructure ferroviaire
Capacités des plates-formes (hypothèse que la plate-forme concernée est sous-dimensionnée par rapport au trafic captable à court-terme)
Coûts externes du tout-route
Taxe à l'essieu

Les déterminants « impact de la mise au gabarit B1 », « axes à priorité fret » et « effet grèves » ne font pas partie du méta-modèle. En effet :

- les modélisations identifiées relatives à l'impact sur le trafic de la mise au gabarit B1 sont spécifiques à deux axes bien précis et ne peuvent en aucun cas être généralisées. Chaque axe possède une forte spécificité en terme de nature de produits acheminés, croissance des zones de chalandise concernées, concurrence d'autres axes ferroviaires alternatifs, concurrence du mode routier ;
- les contraintes sont les mêmes en ce qui concerne le modèle EUFRANET simulant l'impact des axes à priorité fret ;
- nous n'avons pas identifié de modèle relatif à l'impact de l'« effet grèves ».

## Sources d'information

La liste des modèles analysés est indiquée en annexe 6 (bibliographie).

## Utilisation du méta-modèle

- Dans l'onglet « chaînes-types », choisir la chaîne-type dont la configuration est la plus proche de celle que l'on veut étudier (on peut également configurer soi-même la structure de coût et de temps d'acheminement d'une chaîne en modifiant les caractéristiques d'une chaîne type).
- Sélectionner l'onglet « Sim\_Chaîne xx » correspondant à la chaîne choisie (A, B, C ou D).
- Fixer le niveau des élasticités, en modifiant si nécessaire la colonne « Moyenne ». Une élasticité « moyenne » est introduite par défaut dans le méta-modèle. Il est toutefois possible de faire varier chaque élasticité à l'intérieur d'une fourchette. Les extrêmes de ces fourchettes correspondent aux valeurs identifiées dans les modèles crédibles que nous avons analysés.
- Modifier la valeur du déterminant que l'on veut faire varier (colonne « conditions finales »). Il est également possible de faire varier la colonne « conditions initiales », mais uniquement dans de faibles proportions (+/- 20 %) car les relations fonctionnelles du méta-modèle ont été établies pour un ordre de grandeur donné de chaque déterminant.
- Lire l'impact dans les colonnes « trafic final » et « variation trafic (%) ».

**Attention :** Certains déterminants sont corrélés. Il ne faut donc pas additionner les effets cumulés de la variation simultanée de plusieurs déterminants (cela n'aurait pas de sens).

## Exemple

Les résultats ci-après illustrent, à titre d'exemple, les effets obtenus à partir de quelques jeux d'hypothèses simulant des politiques ou des mesures précises pour la chaîne A.

Exemple de résultat du méta-modèle Chaîne A

Déterminant	Conditions initiales	Variation du paramètre	Conditions finales	Variation conditions(%)	Trafic final	Variation trafic (%)
Localisation plate-forme A		Variation de la proximité (%)		25,0	111	11,3
Localisation plate-forme B		Variation de la proximité (%)		0,0	100	0,0
Capacité plate-forme A	300	Capacité (UTI/jour)	300	0,0	100	0,0
Capacité plate-forme B	300	Capacité (UTI/jour)	600	100,0	102	2,1
Distance tronçon ferroviaire	600	Distance (km)	800	33,3	116	15,7
PTC 44 tonnes	Interdit	PTC 44 tonnes	autorisé		104	4,3
Taxe à l'essieu	pas de réduction	Taxe à l'essieu	réduction		101	0,9
Productivité SNCF		Productivité tractionnaire		10,0	106	6,0
Prix TC		Variation du prix TC		5,0	95	-4,8
Prix "tout route"		Variation du prix "tout route"		5,0	101	0,9
Tarif infrastructure fer	0,82	Redevance	1,25	52,4	99	-1,1
Coûts externes route	0,8	Taux de couverture	1		101	1,5
Temps acheminement	13	Heures	11	-15,4	118	18,5
Fréquence	3	Fréquence	5	66,7	113	13,3
Régularité	100	Index de régularité	110	10,0	125	24,6



## Annexe 15

### Panorama des réglementations nationales et européennes pour les véhicules routiers

	Union Européenne	Allemagne	Belgique	Danemark	Espagne	Finlande	France	Grèce
Normes dimensionnelles	(UE)	(D)	(B)	(DK)	(E)	(SF)	(F)	(GR)
Hauteur (en m)	4	4	4(i)	4	4	4,20	(e)	4
Largeur (en m)	2,60 (a)	2,60 (a)	2,60 (g)	2,60 (a)	2,60 (a)	2,60	2,60 (a/q)	2,60 (a)
Longueur (en m)								
Véhicule solo	12	12	12	12	12	12	12	12
Tracteur + semi	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50
Camion + remorque	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
Poids maxi par essieu (en t)								
Essieu simple	10	10	10	10	10	10	13	10
Essieu tandem	20 (b)	20 (n)	20 (n)	19 (n)	19 (b)	19 (b)	19 (i)	20 (b)
Poids maxi autorisé (PMA) (en t) pour conteneurs	40 (o) et 44	44	44	48	40 (c)	60 (a)	40 (o <sup>1</sup> )	44 (o <sup>2</sup> )

	Italie	Irlande	Luxembourg	Norvège	Pays-Bas	Portugal	Royaume-Uni	Suède
Normes dimensionnelles	(I)	(IRL)	(L)	(N)	(NL)	(P)	(GB)	(S)
Hauteur (en m)	4(x)	4,25	4 (s)	(e)	4	4	4 (s)	(e)
Largeur (en m)	2,60 (a)	2,50 (a)	2,60 (q)	2,60 (a)	2,60 (g)	2,60 (a)	2,50 (a)	2,60
Longueur (en m)								
Véhicule solo	12	12	12	12,40	12	12	12	24
Tracteur + semi	16,50	16,50	16,50	17	16,50	16,50	16,50	6,50
Camion + remorque	18,75	18,35	18,35	18,50	18,75	18,75	18,75	25,25
Poids maxi par essieu (en t)								
Essieu simple	12	10	10	10	10	10	11,50(i)	10
Essieu tandem	19 (n)	20 (b)	20 (i)	20 (i)	20 (i)	20 (i)	20,34(u)	19 (n)
Poids maxi autorisé (PMA) (en t) pour conteneurs	44	40	44	50	50	40 (o)	41	60 (i)

### Notes relatives au tableau de la page précédente

- (a) : véhicule frigorifique : 2,60
- (b) : dépend du type de véhicule (véhicule à moteur/remorque) et de la distance entre les essieux
- (c) : afin de respecter les normes européennes, PTC de 40 T toléré et 44 T pour transport de conteneurs
- (d) : s'applique aux véhicules à moteur à 3 essieux ou plus ; des limites inférieures s'appliquent aux véhicules à moteur à 2 essieux
- (e) : pas de restrictions
- (f) : + 1 % de tolérance
- (g) : s'applique aux véhicules frigorifiques ainsi qu'aux véhicules de plus de 10 t de PTC ; des limites inférieures s'appliquent aux véhicules non réfrigérés d'un PTC de 10 t ou moins
- (h) : malgré un maximum fixé à 2,50 m, les véhicules étrangers d'une largeur de 2,60 m sont tolérés afin de respecter les normes européennes
- (i) : dépend de la distance entre les essieux
- (j) : tolérance de 10 % pour les véhicules immatriculés en Turquie ou en Allemagne
- (k) : véhicule à moteur du type Kraz : 2,63 m
- (l) : avec 1 remorque 20 m ; avec 2 remorques : 24 m
- (m) : valable sur certaines catégories de routes (routes internationales) ; ailleurs, limites inférieures applicables
- (o1) : dépend de la distance entre les essieux et du type de suspension de l'essieu moteur
- (o2) : transport de conteneurs : 44t
- (p) : Commission des Communautés Européennes, proposition de directive (COM 593 679 final – SYN486 du 15/12/93)
- (q) : carrosserie rigide (type fourgon) : 2,55 m
- (r) : transport de conteneurs ISO : 16,70 m
- (s) : s'applique aux véhicules articulés d'un PTC supérieur à 32,52 t, autrement pas de restriction générale
- (t) : avec pneus jumelés ou pneus larges ; sinon maximum de 9,2 t
- (u) : dépend du type de véhicule (véhicule à moteur / remorque), de la distance entre les essieux, du type de suspension et de la date d'immatriculation du véhicule : avant le 1/1/93, 20,34 t : dès le 1/1/93, 19/20 t
- (v) : avec 1 remorque : 18,35 m ; avec 2 remorques, 22 m
- (w) : à condition que la remorque ait 3 essieux ou plus ; limites inférieures applicables aux remorques à 2 essieux
- (x) : pour le transport de véhicules, 4,20 m ; pour le transport de conteneurs ou d'animaux vivants, 4,30m
- (y) : avec 4 roues ; avec 2 roues, le maximum est de 6 t
- (z) : s'applique aux véhicules immatriculés avant mi-1985 ; des limites inférieures s'appliquent aux véhicules immatriculés dès mi-1985
- (na) : en hiver, sur routes gelées : 60 t
- (bb) : véhicule articulé + remorque : 22 m
- (cc) : avec 1 remorque, 18 m ; avec 2 remorques, 22 m
- (dd) : à condition que le véhicule à moteur ait 3 essieux ou plus sinon limites inférieures applicables

## **Annexe 16**

### **Réglementation ferroviaire (gabarits)**

Le gabarit européen pour les caisses mobiles et conteneurs est le C22, correspondant à une hauteur totale de 3,85 mètres (au-dessus du rail) qui permet la circulation de conteneurs/caisses de hauteur utile de 2,67 mètres maximum sur un plateau à 1,18 mètres au-dessus des rails. Ce gabarit est donc adapté aux conteneurs de la série 1 (8'6) et exclu les high cubes (9'6).

Le gabarit B (C30) correspond à une hauteur totale de 3,93 mètres (au-dessus des rails). Il permet la circulation de conteneurs et caisses mobiles de hauteur utile de 2,75 mètres maximum sur un plateau à 1,18 mètres au-dessus des rails. Ce gabarit ne permet pas le passage des high cubes (9'6), sauf si on utilise des plateaux surbaissés de 22 cm ou 30 cm.

Le gabarit B1 (C45) correspond à une hauteur totale de 4,08 mètres qui permet la circulation de conteneurs et caisses mobiles de hauteur utile de 2,90 mètres maximum sur un plateau à 1,18 mètres au-dessus des rails. Ce gabarit est adapté aux high cubes (9'6) sur plateau ordinaire.

