

M. Baumgartner

SUISSE

*Professeur titulaire à l'école
polytechnique fédérale de Lausanne,
adjoint scientifique
à la direction générale
des chemins de fer fédéraux suisses*

I. Avant-propos

Le présent papier répond à la préoccupation de dresser l'inventaire des lignes de chemin de fer à grande vitesse réalisées ou en projet en Europe en été 1984.

A toute fin utile, nous n'avons considéré comme lignes à grande vitesse que les infrastructures nouvelles sur lesquelles les trains circulent ou pourront circuler à une vitesse de marche supérieure à 200 km/h.

Nous avons cru devoir renoncer à inclure les nombreuses lignes qui font l'objet d'avant-projets et de spéculations (« mapping », dans le jargon de la Banque mondiale, ou « dessins à main levée sur la carte géographique »).

II. Deux types de lignes à grande vitesse

On peut distinguer d'emblée deux types de lignes à grande vitesse :

- les lignes spécialisées ;
- les lignes à trafic mixte.

A. Les lignes spécialisées

Sur les lignes spécialisées circulent ou circuleront exclusivement des trains de voyageurs à grande vitesse.

Entre l'origine et la destination d'une ligne nouvelle à grande vitesse spécialisée, les transports de marchandises s'effectuent exclusivement sur la ligne ordinaire ou classique plus ou moins parallèle.

L'exemple typique d'une ligne nouvelle spécialisée est celle de la ligne nouvelle à grande vitesse de Paris - Sud-Est (LGV PSE) (Paris-Lyon).

La spécialisation permet de choisir des caractéristiques géométriques relativement modestes (rayon minimum des courbes relativement faible ; déclivité maximum relativement élevée) et de limiter le nombre des interconnexions avec le réseau existant. Toutes conditions étant égales par ailleurs, la spécialisation permet le plus souvent de diminuer les investissements.

Sur les lignes spécialisées, on peut notamment adopter un dévers adapté à la circulation exclusive des trains à grande vitesse.

B. Les lignes à trafic mixte aptes à la circulation des trains à grande vitesse

Sur les lignes à trafic mixte circulent ou circuleront de préférence ou en priorité les trains rapides de voyageurs. Mais la circulation des trains de marchandises y est possible ou même prévue.

L'exemple typique d'une ligne à trafic mixte est celui de la ligne nouvelle de Rome à Florence.

Le trafic mixte exige l'adoption de caractéristiques géométriques relativement ambitieuses (rayon minimum des courbes relativement élevé ; déclivité maximum relativement faible) et implique généralement de nombreuses interconnexions avec le réseau existant. Toutes conditions étant égales par ailleurs, il en résulte le plus souvent des investissements relativement élevés.

III. Les lignes à grande vitesse en service, en construction ou dont la construction a été décidée

A. Les lignes nouvelles spécialisées dans les transports de voyageurs

Sur certaines sections congestionnées de quelques grands itinéraires, la demande de déplacements de voyageurs à moyenne distance, c'est-à-dire, au-delà du rayon d'action quotidien usuel de l'automobile, et en-deçà du rayon d'action usuel de l'aviation commerciale, peut devenir suffisamment importante pour suggérer la création de nouvelles lignes de chemin de fer spécialisées. Sur les lignes spécialisées en question circulent exclusivement des trains de voyageurs à très grande vitesse.

Le premier exemple européen d'une ligne spécialisée aux déplacements des voyageurs est celui de la ligne à grande vitesse (LGV) de Paris - Sud-Est (PSE) entre Paris et Lyon (426 km). La SNCF a mis en service la section sud (Saint-Florentin - Sathonay) en 1981 et l'ensemble de la ligne à la fin de 1983.

1. La desserte du Sud-Est de la France : la ligne à grande vitesse de Paris à Lyon

Construite au milieu du XIX^e siècle, la ligne de Paris à Lyon (512 km) relie Paris et le Nord de la France, au Sud-Est de la France et à la Côte d'Azur. C'était une des lignes les plus chargées de la SNCF.

Elle comporte six voies entre Paris et Melun, quatre voies partout ailleurs sauf sur deux sections à doubles voie d'une longueur totale de 109 km.

Les caractéristiques géométriques de la ligne classique autorisent en général une vitesse maximum de 140 km/h et, sur certaines sections, de 150 ou 160 km/h.

La capacité des sections à double voie était épuisée. En période de pointe, le trafic dépassait la capacité. Il a donc fallu procéder à un investissement de capacité. La SNCF a saisi l'occasion pour améliorer la qualité du service d'une manière décisive.

A la fin de 1976, la SNCF a commencé de construire une ligne nouvelle à double voie de 390 km environ (409 km avec les raccordements) qui ramène la distance de Paris à Lyon à 426 km. Le raccourcissement atteint 86 km.

La SNCF réserve la nouvelle ligne à la circulation des trains rapides de voyageurs. Ces derniers sont assurés sans exception par des rames automotrices qui offrent une puissance massique élevée et un rapport élevé du poids adhérent au poids total. Aucun train remorqué par une locomotive ne circule sur la ligne nouvelle.

Dans ces conditions, la SNCF a pu adopter pour la nouvelle ligne des déclivités exceptionnellement élevées. La SNCF a choisi une déclivité maximum de 35 ‰ sur des sections dont la longueur peut atteindre 3,5 km. Le profil en long de la nouvelle ligne ressemble à celui d'une autoroute plutôt qu'à celui d'un chemin de fer traditionnel. La déclivité maximum de 35 ‰ permet d'épouser un terrain assez accidenté comme celui du massif du Morvan, avec une relative facilité. Toutes conditions étant égales, et par rapport à une déclivité moins importante, la déclivité maximum de 35 ‰ permet de diminuer le volume des terrassements ainsi que le nombre et la longueur des ouvrages d'art. En fait, la nouvelle ligne de Paris à Lyon ne comporte aucun tunnel. Finalement, la spécialisation de la nouvelle ligne à la circulation de rames automotrices, rend possible une économie d'investissements considérable.

L'absence de trains de marchandises sur la nouvelle ligne permet d'éviter les dégradations et les déformations de la voie qui proviennent du passage des essieux lourds des wagons chargés, et les dépenses de maintenance correspondantes. L'absence des trains de marchandises autorise aussi l'adoption de dévers adaptés aux seules grandes vitesses des trains de voyageurs.

Du fait de la spécialisation de la nouvelle ligne, il a été possible de se contenter d'un petit nombre d'interconnexions avec le réseau existant (deux liaisons utilisées en service commercial et trois liaisons techniques simplifiées, non utilisées en service normal). Il s'agit d'un facteur supplémentaire d'économies d'investissements.

Les rames automotrices ont une capacité de 386 places en 1^{re} et en 2^e classe. Elles sont munies de la commande en unités multiples de manière à pouvoir former des trains de 2 rames (772 places) en trafic de pointe.

Une vitesse maximum de 270 km/h permet de relier Paris à Lyon en 2 heures, c'est-à-dire à la vitesse commerciale de 213 km/h.

La plupart des trains qui circulent sur la nouvelle ligne de Paris à Lyon ont leur origine ou leur destination sur le réseau existant (Montpellier, Marseille, Grenoble, Chambéry, Annecy, Saint-Etienne, Genève, Lausanne, Besançon). Il en résulte une amélioration décisive pour toutes les relations entre Paris et le Sud-Est du territoire français (par exemple, un gain de temps de

1 heure 50 minutes pour Lyon, et de 2 heures environ pour les autres origines et destinations situées au sud de Mâcon).

La nouvelle ligne décharge la ligne existante de Paris à Lyon de la plus grande partie de son trafic voyageurs acheminé en trains rapides au départ et à destination de Paris, ce qui ouvre des possibilités considérables de développement de son trafic marchandises (accroissement de la capacité, amélioration de la vitesse commerciale et de la régularité).

Aux conditions économiques de juin 1982, le coût de construction de l'infrastructure et des installations fixes de la ligne nouvelle a été estimé à 7 milliards FF, hors TVA.

Le coût du kilomètre courant de double voie électrifiée est de 15,4 millions FF, hors TVA, aux conditions économiques de juin 1982.

Les 87 premières rames automotrices TGV ont coûté 4,6 milliards FF, hors TVA, aux conditions économiques de juin 1982. Il faut déduire de ce montant celui des économies sur le renouvellement du matériel roulant classique remplacé par les rames TGV (en première approximation et en ordre de grandeur, près de 3 milliards FF).

Le taux de rentabilité industriel, commercial et financier a été évalué entre 15 et 17 % à prix constants.

Le taux d'utilité collective a été estimé à 33 % à prix constants.

● *Fiche technique :*

Origine : Combs-la-Ville (à 27 km de Paris).

Extrémité : Sathonay (à 8 km de Lyon).

Longueur : environ 390 km + 19 km de raccordements.

Distance de Paris à Lyon : 426 km.

Raccourcissement (par rapport à la ligne existante) : 86 km.

Rayon minimum des courbes : 4 000 m (exceptionnellement 3 250 m).

Dévers maximum : 180 mm.

Déclivités maximum : 35 % (sur des sections d'une longueur égale ou inférieure à 3,5 km).

Vitesse maximum : 300 km/h ; en exploitation normale : 270 km/h.

Double voie.

Entr'axe des 2 voies : 4,2 m.

Rail UIC 60 kg/m.

1 666 traverses en béton par km.

Traction électrique à courant monophasé 25 kV, 50 Hz, 8 sous-stations d'une puissance unitaire installée de 12 à 40 MW.

Caténaire à consoles pivotantes ; fil de contact à hauteur constante (4,95 m).

Block automatique à cantons d'une longueur de 2 100 m en palier ; arrêt de service sur 3 cantons.

Pas de signalisation latérale classique.

Signalisation continue en cabine.

Banalisation des 2 voies.

Commande centralisée (télécommande) de la circulation.

2. Le TGV Atlantique

Le TGV Atlantique relie Paris au Mans et à Tours par une ligne nouvelle à grande vitesse permettant d'assurer la desserte des trois grands axes suivants :

- Paris - Le Mans - Rennes et la Bretagne (Brest, Quimper) ;
- Paris - Le Mans - Nantes et les pays de la Loire ;
- Paris - Tours - Bordeaux (Hendaye, Tarbes).

C'est-à-dire l'ensemble des régions de la France de l'Ouest et du Sud-Ouest, et en particulier la façade Atlantique.

La ligne utilise de Paris-Montparnasse à Massy-Palaiseau, la plate-forme de l'ancienne ligne de Paris à Chartres par Gallardon. Elle comporte ensuite un tronçon commun se scindant plus à l'ouest en deux branches : l'une vers le Mans, l'autre vers Tours. La longueur d'infrastructure à construire est de 308 km.

La réalisation de cette ligne conduira à des gains de temps importants.

L'investissement dans l'infrastructure et les installations fixes a été estimé à 7,6 milliards FF, hors TVA, aux conditions économiques de 1982.

L'investissement dans les rames automotrices a été évalué à 4,4 milliards FF, hors TVA, aux mêmes conditions économiques.

En contrepartie de ces investissements, le TGV Atlantique permettra d'éviter l'aménagement des lignes actuelles (4,1 milliards FF) et d'économiser du matériel roulant classique (voitures et locomotives) pour un montant de 2,8 milliards FF.

L'investissement net total est donc de 5,1 milliards FF, hors TVA, aux conditions économiques 1982.

Le taux de rentabilité pour la SNCF est de 12,9 % en francs constants.

Le taux d'utilité collective a été estimé à 23,6 % en francs constants.

La construction doit être entreprise en 1985.

● *Fiche technique :*

Itinéraire : Paris - Montparnasse - Courtalain - Le Mans/Tours.

Longueur de la ligne : 308 km + 12 km de raccordements à voie unique.

Vitesse de définition : 300 km/h.

Vitesse maximum en service : 270 km/h.

Rayon minimum des courbes : 4 000 m.

Déclivité maximum : 15 ‰.

Entr'axe des 2 voies : 4,2 m.

Banalisation des 2 voies.

Commande centralisée du trafic.

Signalisation de cabine.

Voie : rail UIC de 60 kg/m sur 1 667 traverses en béton par km.

Traction électrique : 25 kV, 50 Hz.

Caténaire : fil de contact à hauteur constante (5,1 m).

B. Les lignes nouvelles à trafic mixte

Il s'agit souvent de satisfaire des demandes agrégées croissantes de transports de voyageurs et de marchandises, sans que le transport des voyageurs soit à lui seul suffisamment important pour suggérer la construction d'une ligne à très grande vitesse qui lui serait réservée. Dans ces conditions, on peut prévoir de construire une nouvelle ligne à trafic mixte ; mais, selon les circonstances, on pourra l'utiliser pour y faire passer :

- ou en priorité les trains de voyageurs à grande distance ;
- ou un mélange quelconque de trains de voyageurs et de marchandises ;
- ou en priorité les trains de marchandises à grande vitesse.

1. Les lignes nouvelles à trafic mixte avec priorité aux transports de voyageurs

a. La ligne nouvelle de Rome à Florence

Deux grandes lignes relient Rome au nord de l'Italie et au reste de l'Europe :

- celle de Rome à Milan par Florence et Bologne ;
- celle de Rome à Gênes par la côte occidentale de l'Italie.

Les deux lignes classiques sont à double voie et électrifiées. Le trafic qu'elles écoulent est considérable. La seule ligne de Rome à Milan par Florence et Bologne (environ 5 % de la longueur totale du réseau italien) effectue un quart du trafic total des chemins de fer italiens. Le trafic progresse en fonction de l'activité économique générale de l'Italie. Le débit est proche de la capacité, et l'exploitation devient de plus en plus difficile.

Dans ces conditions, les FS ont décidé en 1969 de construire une ligne nouvelle de chemin de fer à double voie destinée à doubler la ligne classique entre Rome et Florence. Il s'agit d'une espèce de quadruplement.

Les FS font circuler les trains rapides et express sur la nouvelle ligne, et laissent quelques trains directs, tous les trains omnibus (ou « locaux ») et les trains de marchandises circuler sur la ligne classique. De cette manière, on diminue à la fois les écarts entre les vitesses de différents trains qui empruntent la nouvelle ligne, et les écarts entre les vitesses des différents trains qui continuent d'utiliser la ligne classique. La mise en service de la nouvelle ligne permet donc de multiplier la capacité de l'ensemble de la ligne classique et de la nouvelle ligne, par un coefficient qui dépasse 2. D'autre part, la diminution des écarts entre les vitesses des différents trains qui continuent d'emprunter la ligne classique, permet de diminuer le nombre

de dépassements et d'améliorer la vitesse commerciale des trains de marchandises à grande distance.

Les FS considèrent la ligne classique et la nouvelle ligne comme un ensemble qui doit offrir les plus grandes commodités pour le service du mouvement et pour le service des travaux d'entretien et de renouvellement de la voie et de la caténaire. C'est pourquoi ils ont prévu dix interconnexions entre la ligne classique et la nouvelle ligne. Sur la ligne nouvelle, toutes les entrées et sorties s'effectuent par des sauts-de-mouton. Il est prévu de télécommander l'ensemble de la ligne classique et de la ligne nouvelle d'un seul poste central situé à Rome. Dans ces conditions, certains trains directs de voyageurs peuvent quitter la ligne nouvelle pour desservir les gares relativement importantes situées sur la ligne classique. D'autre part, en cas de besoin (par exemple, lors de travaux de renouvellement de la voie, et lors d'incidents), les FS peuvent utiliser certaines sections de la nouvelle ligne (entre deux interconnexions avec la ligne classique) pour y faire passer les trains de marchandises à grande distance.

Pour que les trains de marchandises puissent emprunter facilement la nouvelle ligne, il a fallu limiter la déclivité maximum de la nouvelle ligne à 8 ‰. La déclivité maximum de 8 ‰, associée au rayon minimum des courbes de 3 000 m imposé par la vitesse élevée (250 km/h) choisie pour les trains de voyageurs les plus rapides, a rendu relativement difficile la traversée du relief accidenté du Latium, de l'Ombrie et de la Toscane : la nouvelle ligne comporte notamment 30 tunnels d'une longueur totale de 78 km et 54 viaducs d'une longueur totale de 32 km.

Les trains les plus rapides remorqués par des locomotives permettront d'abaisser le temps de parcours entre Rome et Florence (3 heures et 10 minutes sur la ligne existante) à 1 heure et 40 minutes (gain d'une heure et demie).

Les FS ont inauguré la moitié de la nouvelle ligne (de Settebagni à Città della Pieve, 122 km), en février 1977. Les sections de Città della Pieve à Arezzo Sud (52 km) et de Valdarno Nord à Florence (Rovezzano-Figline, 20 km) seront ouvertes à la fin de 1985 et à la fin de 1986.

La géologie a posé des problèmes inattendus et extrêmement difficiles dont la solution retardera la réalisation de la section en tunnel située entre Arezzo et Valdarno (Montevarchi).

Ultérieurement, il est question de traverser la ville de Florence en souterrain en direction de Prato.

● *Fiche technique :*

Itinéraire : (Rome -) Settebagni - Incisa (- Florence) avec 10 liaisons avec la ligne existante.

Longueur : 236 km (ligne nouvelle) et 53 km de raccordements.

Distance : 260 km de Rome à Florence (contre 314 km par l'itinéraire classique).

Raccourcissement : 54 km.

Rayon minimum des courbes : 3 000 m.

Déclivités maximum : 8 ‰ (7,5 ‰ dans les tunnels).

Vitesse maximum : 250 km/h.

Gabarit des véhicules : UIC C 1.

Double voie.

Entr'axe des deux voies : 4,0 m et 4,3 m.

Rail UIC 60 kg/m.

1 667 traverses en béton par km.

14 gares de service (espacement de 12 à 16 km).

Voies d'évitement de 650 m.

Traction électrique à courant continu 3 kV.

Caténaire à consoles pivotantes ; fil de contact à hauteur constante (4,85 m).

15 sous-stations à 2 groupes de 5 400 kW.

Block automatique à cantons d'une longueur minimum de 1 350 m (avec arrêt de service sur 4 cantons).

Signalisation classique latérale et liaison continue voie-machine avec signalisation en cabine.

Banalisation des 2 voies.

Télécommande des installations de sécurité.

b. Les lignes nouvelles à grande vitesse du chemin de fer fédéral allemand

La Deutsche Bundesbahn (DB) a établi un programme qui prévoit, en première étape, la construction de deux lignes à grande vitesse :

- Hannover-Würzburg : 327 km ;
- Mannheim-Stuttgart : 99 km.

Les lignes nouvelles seront parcourues en priorité par les trains de voyageurs à grande vitesse.

Dans une première phase d'exploitation, les trains appelés à circuler sur les lignes nouvelles à grande vitesse seront tous remorqués par des locomotives. Ils auront les caractéristiques suivantes :

- trains Intercity : 350 t à 200 km/h ;
- rapides et express : 700 t à 160 km/h ;
- trains de marchandises préférentiels (TEEM, SS) : 1 200 t à 100 ou 120 km/h.

Ultérieurement, la DB se propose de relever la vitesse des trains Intercity jusqu'à 250 km/h au moins, et d'utiliser des rames automotrices.

La ligne de Hannover à Würzburg

La ligne classique de Hannover à Würzburg par Göttingen, Bebra, Fulda et Gmünden, supporte un trafic qui est très proche de sa capacité et qui dépasse cette dernière en période de pointe. Les travaux d'entretien et de renouvellement de la voie sont devenus difficiles et chers. D'autre part, le rayon des courbes ne permet pas d'atteindre les vitesses commerciales que l'on peut exiger d'un mode de transport moderne. En 1973, la DB a

commencé de construire une première section (Hannover-Rethen) de la nouvelle ligne qui reliera Hannover et Würzburg, pour accroître sa capacité de transport entre le nord et le sud de la république fédérale d'Allemagne, et pour diminuer les temps de trajet entre le nord et le sud de son territoire.

La DB a mis la première section (Hannover-Bismarkestrasse-Rethen, environ 12 km) en service en 1979.

En 1978, la Deutsche Bundesbahn a mis en chantier plusieurs sections situées entre Rethen (à 12 km de Hannover) et Würzburg. Le budget de construction de la ligne entière (327 km) s'élève à 11,7 milliards DM au niveau des prix de 1981 (c'est-à-dire 36 millions de DM par kilomètre de ligne).

Lorsque la nouvelle ligne de Hannover à Würzburg sera en service, elle permettra de diminuer le temps de trajet de Hamburg à Nürnberg de 6 heures à 4 heures et 15 minutes.

La Deutsche Bundesbahn envisage d'ouvrir la section de Fulda à Würzburg en 1988.

La ligne de Mannheim à Stuttgart (99 km)

La DB a entrepris en 1976 la construction de la nouvelle ligne de Mannheim à Stuttgart. La longueur de cette dernière atteindra 99 km dont 30 km de tunnels et 5 km de ponts et viaducs. Les déclivités ne dépassent pas 12,5 ‰. Le plan des voies prévoit la construction de 4 interconnexions avec le réseau existant. Le budget de construction s'élève à 3,7 milliards de DM au niveau des prix de 1981 (c'est-à-dire 37 millions DM par km de ligne).

● *Fiche technique :*

Rayon minimum des courbes : 7 000 m (exceptionnellement : 5 100 m).

Déclivités maximum : 12,5 ‰.

Vitesse maximum : 250 km/h.

Double voie.

Entr'axe des voies : 4,7 m.

Gabarit des véhicules : UIC C 1.

Rail UIC 60 kg/m.

1 590 traverses en béton par km.

Voies d'évitement de 750 m.

Traction électrique à courant monophasé 15 kV, 16 2/3 Hz.

Caténaire à consoles pivotantes, fil de contact à hauteur constante (5,3 m).

Block automatique.

Signalisation latérale classique et signalisation continue en cabine.

Banalisation des 2 voies.

Télécommande des installations de sécurité.

2. Les lignes nouvelles à trafic mixte avec priorité aux transports de marchandises

Un cas particulier : la « magistrale centrale » polonaise

Les chemins de fer polonais sont en train de construire une ligne nouvelle électrifiée à double voie d'une longueur de 570 km entre la Silésie et la Mer Baltique. Les travaux ont commencé en 1971. Les premières sections ont été mises en service en 1974. Approximativement la moitié de la ligne est en service actuellement (de Zawiercie à Plock). Le rayon minimum des courbes est de 4 000 m et les déclivités ne dépassent pas 6 ‰. Avec des dévers appropriés, il serait possible d'y faire circuler des trains rapides à la vitesse de 250 km/h (vitesse de définition). En fait, la ligne est destinée en priorité aux transports de marchandises ; les dévers y sont actuellement adaptés à la vitesse des trains de marchandises (80 km/h). Seuls quelques trains de voyageurs quotidiens la parcourent à une vitesse maximum de 120 ou 140 km/h.

IV. Les lignes à grande vitesse en projet

A. Les lignes spécialisées en projet

1. La ligne de Paris à Bruxelles et Cologne

Il s'agit d'un projet franco-belgo-allemand.

Les caractéristiques techniques du projet ferroviaire s'inspirent de celles de la ligne nouvelle à grande vitesse de Paris - Sud-Est (LGV PSE, voir chapitre III. A. 1. du présent papier).

Le projet est un élément de celui de l'« Y » Paris-Londres-Bruxelles (paragraphe IV. A. 2.).

2. L'« Y » Paris-Londres-Bruxelles

Les projets de tunnel ferroviaire sous la Manche ne prévoient pas la pratique des très grandes vitesses à travers le tunnel. Mais le tunnel sous la Manche est l'articulation ou la clé d'un système de lignes d'accès spécialisées à grande vitesse.

Le projet d'« Y » Paris-Londres-Bruxelles (auquel le gouvernement britannique a refusé son agrément en 1975) présentait les caractéristiques générales suivantes : on n'avait pas retenu l'idée d'un tunnel routier en particulier à cause des difficultés que présenterait sa ventilation.

D'autre part, on avait écarté l'idée d'un pont. Le pont serait deux fois plus cher qu'un tunnel ferroviaire. En outre, le pont ferait courir certains dangers à la navigation.

Le tunnel ferroviaire aurait eu une longueur de 50 km dont 37 km sous la mer. Il aurait comporté deux galeries parallèles à une voie encadrant une galerie de service. La gare terminale française se serait trouvée à Fréthun près de Sangatte ; la gare terminale britannique, à Cheriton près de Folkestone.

La réalisation du tunnel sous la Manche devait s'accompagner de celle de deux lignes d'accès :

– un ensemble de lignes nouvelles à grande vitesse (aux normes de la ligne nouvelle Paris-Sud-Est) reliant Paris et Bruxelles, d'une part, au tunnel sous la Manche, d'autre part et, simultanément, Londres à Bruxelles ; il s'agissait d'un triangle de lignes situé au sud-ouest de Lille, dont les sommets auraient été reliés à Fréthun, Paris et Bruxelles ; on l'avait baptisé l'« Y » Paris-Londres-Bruxelles ;

– une ligne à grande vitesse de Cheriton à Londres (White City), établie au gabarit européen continental.

On avait d'ailleurs imaginé un réseau cohérent de lignes nouvelles à grande vitesse dont les extrémités auraient été Londres, Amsterdam, Cologne et Paris (réseau « ouest-européolain »).

Le tunnel sous la Manche, complété par les lignes d'accès à grande vitesse entre Londres, Paris et Bruxelles, permettrait d'offrir des temps de trajet de 2 heures et 15 minutes entre Londres et Bruxelles, et de 2 heures et 40 minutes entre Londres et Paris. Ces derniers sont sensiblement inférieurs aux temps de parcours offerts par le transport aérien de centre ville à centre ville.

Les calculs avaient montré que l'opération était rentable. D'autre part, la construction et l'exploitation du tunnel coûtaient moins cher que le renouvellement, l'extension et l'exploitation des moyens classiques (navires, ferry-boats, aéroglisseurs, etc.)

3. La ligne nouvelle de Paris à Francfort

Il s'agit d'un projet officieux franco-allemand. La ligne nouvelle relierait Paris, Reims, Metz, Saarbrücken, Kaiserslautern et Francfort (Main). Sa longueur serait de 517 km. La vitesse de définition est de 300 km/h. Les déclivités atteignent 35 ‰.

Les investissements dans l'infrastructure et les installations fixes avaient été évalués à 6,4 milliards DM au niveau des prix du 1^{er} janvier 1981 (c'est-à-dire 12,3 millions DM par km de ligne).

4. Le projet dit « Paris-Est »

Il s'agit d'une ligne nouvelle à grande vitesse, aux normes de la LGV PSE (paragraphe III. A. 1.), reliant Paris à Strasbourg, avec le cas échéant une antenne vers Saarbrücken et Francfort (M) (paragraphe IV. A. 3.).

5. La ligne nouvelle de Madrid à Barcelone et Port-Bou

La nouvelle ligne (728 km) devrait relier Madrid à Barcelone et à la frontière française. Elle présenterait la particularité d'être prévue à l'écartement de 1 435 mm et de permettre en principe la circulation de certains véhicules des autres réseaux européens. Elle ne comporterait donc aucune liaison avec le réseau espagnol existant ; elle serait reliée à son extrémité nord au réseau français.

Elle devrait servir exclusivement à la circulation des trains de voyageurs. Elle ne comporterait que quatre gares ouvertes au public : Madrid, Zaragoza, Barcelona et Port-Bou.

La vitesse de définition est de 300 km/h ; la déclivité maximum atteint 35 %.

Les rames automotrices permettraient de ramener le temps de parcours entre Madrid et Barcelone de 8 heures et 7 minutes sur le réseau existant, à 2 heures et 15 minutes sur la ligne nouvelle (gain de temps de 5 heures et 52 minutes). Entre Madrid et Barcelone, la nouvelle ligne concurrencerait donc l'avion.

B. Les projets de lignes à trafic mixte

1. La ligne nouvelle de Milan à Bologne

La nouvelle ligne de Milan à Bologne (environ 200 km) suivrait un tracé peu différent de celui de la ligne classique ; elle serait même établie sur une plate-forme contiguë à celle de la ligne classique sur cinq sections d'une longueur de 64 km. Elle comporterait 6 interconnexions avec la ligne classique.

La vitesse de définition est de 300 km/h, le rayon minimum des courbes de 4 000 m et la déclivité maximum de 8 %.

Sa réalisation permettrait d'abaisser le temps de parcours des trains rapides remorqués par des locomotives entre Milan et Bologne à 1 heure et 30 minutes ou 1 heure et 20 minutes (gain de temps de 20 à 30 minutes).

Après la mise en service des deux lignes à grande vitesse de Rome à Florence et de Milan à Bologne, les trains rapides remorqués par des locomotives pourraient relier Rome à Milan en 4 heures et 30 minutes environ (avec un gain de temps de 2 heures) ; les rames automotrices pourraient le faire en 4 heures (avec un gain de temps de 1 heure et 30 minutes).

2. Deux projets en république fédérale d'Allemagne

a. La ligne nouvelle de Cologne à Gross Gerau

La ligne nouvelle à grande vitesse en question relierait Cologne à Bonn, Wiesbaden, Francfort (M) et Gross Gerau. Elle déchargerait les deux lignes parallèles au Rhin entre Mayence et Cologne, et elle permettrait d'offrir des gains de temps relativement importants.

b. La ligne nouvelle de Rastatt à Offenburg

Il s'agit d'une section courte à profil facile permettant de court-circuiter une section de ligne classique de Mannheim à Bâle.

3. Les « nouvelles transversales ferroviaires » des chemins de fer fédéraux suisses

Il s'agit d'une succession de sections de lignes nouvelles et de sections de lignes classiques améliorées sur les itinéraires intérieurs suivants :

- Genève-Lausanne-Bern-Olten-Zurich-Winterthur - St-Gallen (liaison ouest-est) ;
- Basel-Olten (liaison nord-sud).

Sur le « T inversé » ainsi défini, il s'agirait de construire en première étape les lignes nouvelles suivantes :

- (Bern-)Worblaufen-Rothrist(-Olten), (environ 50 km)

- Olten-Muttenz(-Basel), (environ 35 km)
- Zurich-Flughafen-Winterthur, (environ 20 km)
- Rothrist-Lenzburg(-Zurich), (environ 25 km).

En principe, la vitesse de définition des lignes nouvelles est fixée à 250 km/h. Les gains de temps seraient par exemple les suivants :

	aujourd'hui	« NTF »	gain
Bern-Basel	73 min	46 min	27 min
Bern-Zurich	73 min	48 min	25 min

4. Les lignes nouvelles des chemins de fer fédéraux autrichiens

Les chemins de fer fédéraux autrichiens envisagent de construire deux sections nouvelles à grande vitesse sur le « chemin de fer de l'ouest » de Vienne à Salzburg :

- de Vienne à St-Pölten (53 km avec un tunnel de 13 km) ;
- de Attnang-Puchheim à Salzburg.

La vitesse de définition est de 250 km/h.

Le gain de temps espéré est d'environ 50 minutes entre Vienne et Salzburg.

5. La ligne nouvelle de Moscou à la mer Noire et au Caucase

La ligne nouvelle de Moscou à la mer Noire et au Caucase suivrait l'itinéraire suivant :

- un tronc commun : Moscou - Orel - Belgorod - Kharkov - Losovaya ;
- trois prolongements :
 - . Losovaya - Simferopol,
 - . Losovaya - Rostov - Tuapse,
 - . Rostov - Mineralny Vody.

La vitesse de définition est de 250 km/h ; le rayon minimum des courbes est de 4 000 m et les déclivités atteignent 15 %.

V. Remarques

Les lignes de chemins de fer à grande vitesse en service ou en construction (chapitre III) présentent en particulier deux caractéristiques communes :

A. Jusqu'à présent, il s'agit exclusivement d'itinéraires extrêmement chargés. A l'origine de toutes les lignes nouvelles à grande vitesse en service ou en construction, on trouve un problème de capacité.

B. La rentabilité industrielle, commerciale et financière d'une ligne à grande vitesse exige un débit moyen de voyageurs (voyageurs-kilomètres effectués par kilomètre de ligne et par unité de temps) exceptionnellement élevé.

VI. Esquisse d'une bibliographie

Les chiffres en caractères gras sont ceux des chapitres et paragraphes du présent texte.

III-A-1. Ligne à grande vitesse Paris - Sud-Est (LGV PSE Paris-Lyon)

Revue générale des chemins de fer, Paris :

- janvier 1970, p. 1
- mars 1974, p. 121
- février 1975, p. 139
- avril 1976, p. 264
- novembre 1976, p. 643
- décembre 1976, p. 751
- décembre 1977, p. 646
- juillet-août 1978, p. 6
- janvier 1980, p. 37.

Revue générale de l'électricité, Paris, n° 2, février 1981, p. 79.

Revue générale des chemins de fer, Paris :

- février 1981, p. 71
- avril 1981, p. 185
- septembre 1981, p. 451
- février 1982, p. 124
- septembre 1983, p. 495.

III. A. 2. TGV Atlantique

Revue générale des chemins de fer, Paris, septembre 1983, p. 566.

Chemins de fer, Paris, n° 364, janvier-février 1984, p. 25.

TGV Atlantique : rapport. – ministère des Transports. – La documentation française, Paris, 1984, 1 vol.

III. B. 1. a. Rome – Florence

Ingegneria ferroviaria, Roma :

- n° 7/8, luglio- agosto 1972, p. 637
- n° 10, octobre 1975, p. 8
- n° 1, gennaio 1976, p. 60
- n° 3, marzo 1977, p. 165
- n° 1, gennaio 1978, p. 1
- n° 4, aprile 1978, p. 263
- n° 4, aprile 1981, p. 242 et p. 295.

Direttissima Roma-Firenze. – FS, Roma, 1978. – 1 vol., 119 p.

III. B. 1. b. Lignes à grande vitesse de la Deutsche Bundesbahn

Korridorbericht. – Untersuchung über Verkehrswegeinvestitionen in ausgewählten Korridoren der Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr, Heft 47. – Bonn, Dezember 1974. 1 Bd., 190 S.

Die Bundesbahn, Darmstadt :

- H. 1, Januar 1976, S. 1.
- H. 7, juli 1977, S. 439.
- H. 7, juli 1978, S. 488 und 489.
- H. 5, mai 1979, S. 349.
- H. 10, oktober 1979, S. 741.
- H. 11, november 1979, S. 785 und S. 809.
- H. 1, januar 1980, S. 9.
- H. 7, juli 1980, S. 465.
- H. 10, oktober 1981, S. 784, 789 und 801.
- H. 10, oktober 1983, S. 637.

ETR, Darmstadt :

- H. 1/2, januar-februar 1976, S. 28.
- H. 19, december 1976, S. 738.
- H. 12, december 1977, S. 883.
- H. 6, juni 1979, S. 487.
- H. 10, oktober 1979, S. 725.
- H. 12, december 1980, S. 813.
- H. 1/2, januar-februar 1981, S. 72.
- H. 3, mǎrz 1982, S. 193.
- H. 9, september 1982, S. 669.
- H. 3, mǎrz 1983, S. 131.

Jahrbuch des Eisenbahnwesens, Darmstadt :

- 1976, S. 99.
- 1977, S. 78.
- 1978, S. 64.

Der Eisenbahningenieur, Frankfurt (M), Ausgabe 1, H. 1, januar 1977, S. 11.

Signal und Draht, Darmstadt, H. 1/2, januar-februar 1979, S. 5

III. B. 2. La « magistrale centrale » polonaise

Przegląd Kolejowy Drogowy, Warszawa, Nr. 4, 1972, p. 8.

Rail International, Bruxelles, n° 7, juillet 1973, p. 813.

Przegląd Kolejowy Drogowy, Warszawa, Nr. 9, 1973, p. 15.

Centralna Magistrala Kolejowa. – PKP, Warszawa 1974.

Railway Gazette International, London, n° 10, October 1977, p. 373.
ETR, Darmstadt, H. 1/2, Januar-Februar 1978, S. 3.
Rail International, Bruxelles, n° 4, avril 1978, p. 288.
Zeitschrift der OSShD, Warschau, H. 5, 1978, S. 6.
ETR, Darmstadt, H. 3, März 1979, S. 183.
Revue générale des chemins de fer, Paris, janvier 1980, p. 27.

IV. A. 2. L'« Y » Paris - Londres - Bruxelles

The Channel Tunnel: A United Kingdom transport cost benefit study. – A Report by Coopers & Lybrand Associated Limited. – HMSO, London, May 1973.

Le tunnel sous la Manche. – Société française du tunnel sous la Manche, Paris, août 1973.

The Channel Tunnel. – HMSO, London, September 1973.

Tunnel sous la Manche. – British Channel Tunnel Company, Ltd., et société française du tunnel sous la Manche, Paris, octobre 1973. – 1 fascicule.

Transports, Paris, n° 192, mai 1974, p. 179.

Railway Gazette International, London, n° 7, July 1974, p. 264.

The Channel Tunnel and alternative cross Channel services (Cairncross Report). – HMSO, London, 1975. – 1 vol., 58 p.

Railway Gazette International, London, N° 4, April 1980, p. 263 and 267.

Revue générale des chemins de fer, Paris, juin 1980, p. 377.

Transports, Paris, n° 258, décembre 1980, p. 483.

Railway Gazette International, n° 4, April 1981, p. 259 and 263.

Cross Channel Rail Link – British Railways Board, London, April 1981, 12 pages.

Manche : quelles liaisons ? – La documentation française, Paris, juin 1982. – 1 vol., 138 p.

Revue générale des chemins de fer, Paris, novembre 1982, p. 571.

IV. A. 3. Paris-Francfort (M)

Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V., Reihe B, Heft B 60, November 1981, S. 243.

IV. A. 5. Madrid - Barcelone - Port-Bou

Railway Gazette International, London, n° 2, February 1977, p. 53.

ETR, Darmstadt, H. 10, Oktober 1979, S. 747.

IV. B. 3. Les « nouvelles transversales ferroviaires » des chemins de fer fédéraux suisses

SBB-Nachrichtenblatt, Bern, H. 3, März 1982, S. 36.

Jahrbuch des Eisenbahnwesens, Darmstadt, 1983, S. 96.

Zweckmässigkeitsprüfung der neuen Eisenbahn-Haupttransversalen (NHT). – Schlussbericht zuhanden des Stabes für Gesamtverkehrsfragen, des Bundesamtes für Verkehr und der SBB. – Arbeitsgemeinschaft Güller/Infras, Zürich, Januar 1983, 1 Bd., 323 S.

IV. B. 4. Les lignes nouvelles des chemins de fer autrichiens

OeBB-Journal, Wien, H. 6, Juni 1983, S. 9.

Eisenbahn, Wien, H. 6, Juni 1983, S. 103.

IV. B. 5. Ligne nouvelle de Moscou à la mer Noire et au Caucase

Rail international, Bruxelles, n° 2, février 1980, p. 126.

Analyse des lignes nouvelles et des améliorations de lignes classiques en Autriche du point de vue de la logistique

M. Kortschak
Wirtschaftsuniversität Wien

AUTRICHE

I. Qu'est-ce que la logistique ?

La logistique est la science de la coordination des éléments dans le processus de la création des richesses aux meilleurs coûts dans le temps pour améliorer l'aptitude d'adaptation aux conditions-cadre en mutation et au marché. Sous cette définition générale se dissimule un arsenal de très haute efficacité pour gouverner de manière intégrée les circuits des biens, des matières et de l'information.

II. La fonction des transports dans le processus de la création de la valeur conditionnée par la division du travail, d'un point de vue logistique

Le processus de la création de la valeur s'analyse de façon globale en logistique. Cela veut dire que l'ensemble du processus est analysé dans la succession des différents stades de la création de la valeur, depuis la matière première, jusqu'à l'enlèvement du produit fini sur le marché par le consommateur ultime de la chaîne logistique.

Entre les différents stades doit être provoquée une opération de couplage ; instaurer cette opération de couplage, telle est la mission du secteur économique des transports ; celui-ci rend possible ce processus de la production dans la division du travail.

On parle fréquemment à ce propos de la fonction « servante » du secteur économique des transports. Toutefois, dans la manière de voir les choses d'une façon globale en logistique, il n'est point de fonction « servante » au sens traditionnel du terme, car l'action conjointe et concertée des stades de production et de l'opération de transfert est considérée comme une unité – comme dans un oléoduc.

C'est pourquoi, en logistique, nous nous interrogeons comme nous le faisons pour les actifs et passifs, pour savoir jusqu'à quel point les différents éléments actifs dans le processus de la création de la valeur sont correctement adaptés

les uns en fonction des autres. Ceci correspond d'ailleurs au postulat de la logistique, tel qu'il découle de la définition donnée plus haut qui la désigne comme la science de la coordination.

Au sein de cet oléoduc, les services des transports servent à surmonter les disparités dans le temps et dans l'espace.

III. La logistique et le chemin de fer

Le service rendu par le chemin de fer est un service de transport.

Le service de transport est défini par le fait qu'il franchit l'obstacle des disparités dans l'espace et dans le temps en consommant des moyens.

A. Les éléments

Pour franchir les disparités dans l'espace et le temps, le chemin de fer trouve à sa disposition les éléments qui suivent :

Installations :	Infrastructure :	Ponts, passages, levées de terre
	Superstructure :	Installations fixes de voie
	Bâtiments :	Gares, installations de traction des trains ou ateliers ferroviaires
Hommes :	Mécaniciens de locomotive, contrôleurs	
Matériels :	Locomotives, voitures de voyageurs, wagons de marchandises, générateurs etc.	
Energie :	Energie électrique, carburant diesel	
Matières :	Matières premières, auxiliaires, pièces de rechange, également la billetterie etc.	
Informations :	a) Coordination	La connaissance précise du moment, de la manière, de l'endroit et de la quantité de service mis à disposition
	b) Savoir-faire	La maîtrise technique de la mise en œuvre combinée du rail et de la route et la connaissance exacte des éléments passifs

Les éléments passifs dans le processus de la création de la valeur, ce sont les biens et les gens qui sont déplacés à titre de voyageurs et de marchandises pour fournir les services de transport prévus.

Les exigences que ces éléments formulent à l'égard du système de transport doivent être prises en compte dès les études de système du mode de transport concerné.

IV. Les caractéristiques de l'offre et les critères de qualité des services de transport

Vitesse

Performances en masse

Aptitude à former des réseaux

Fréquence

Sécurité

Confort et commodité

Disponibilité.

Parmi les vecteurs du transport national intérieur entrant en ligne de compte en rapport avec les trains à grande vitesse, il convient de faire mention des modes suivants.

Le chemin de fer

Le cabotage et la batellerie

L'automobile

L'avion.

La distribution quantitativement et qualitativement suffisante de services de transport par tous ces modes de transport existants constitue en somme le système des transports du pays.

Les facteurs techniques de définition du (sous-) système dit chemin de fer

Les facteurs techniques de définition du système chemin de fer sont déterminés par les propriétés des matériaux en association active entre la roue et le rail d'un côté et par la conception des installations et véhicules de l'autre.

Ces facteurs sont :

- la charge maximale admissible par essieu et les charges maximales admissibles au mètre, le gabarit d'espace libre,
- les paramètres de rampe au crochet d'attelage,
- les rayons de courbure minima de voie.

Ce faisant, il convient d'observer que le facteur qui détermine la capacité technique du système global du chemin de fer est toujours le facteur qui dans tel ou tel cas définit un goulet d'étranglement (charge maximale admissible par essieu, gabarit minimum admissible d'espace libre, rampe maximale admissible, rayon minimum de courbure de voie).

Les études de conception et la normalisation technique peuvent avoir progressé au point qu'une prise en compte de ces critères produit un système de chemin de fer techniquement efficace avec des vitesses maximales de 260 km/h et davantage. Mais, dans l'esprit d'un examen logistique, il nous faut prendre conscience de la réalité active de tous ces efforts.

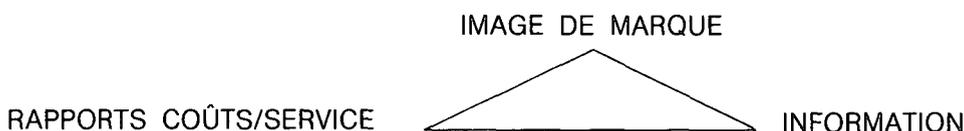
Le rendement effectif – ou effectivité – dérive du résultat.

Or le résultat = efficacité du système × acceptation

L'acceptation ou consensus général est le résultat de l'attitude des demandeurs de services de transport. On qualifie aussi d'affinité les déterminants de la demande de services de transport.

V. Les affinités des demandeurs de service

Les exigences en matière de qualité que doit présenter le système de transport découlent de la sensibilité au transport (confort), de l'urgence des services de transport à fournir et de critères subjectifs d'évaluation des demandeurs.



Les critères d'évaluation subjectifs des demandeurs sont très fortement conditionnés par l'image de marque qui, à son tour, dépend très fortement des paramètres de performance et du potentiel du marché.

Dans le cas d'une variation de la caractéristique de qualité (tant au niveau des demandeurs qu'à celui des producteurs de services de transport) il faut en règle générale s'attendre à ce que sur cette lancée, le nombre d'opérations de transport les quantités de marchandises et de personnes transportées varient en conséquence.

L'échelle de mesure de ce phénomène est le degré d'élasticité de la demande en ce qui concerne les critères d'affinité que sont la rapidité, les performances de masse, la sécurité, le caractère prévisible, rationnel, la fréquence ou la commodité du mode de transport concerné.

Du point de vue logistique, il nous faut encore intégrer dans nos considérations un élément critique supplémentaire : le facteur temps dans une acceptation très particulière et bien déterminée, à savoir dans le sens du facteur-clé définissant le goulet d'étranglement du potentiel de la demande.

Prenons à ce propos un exemple : en raison des séparations dans l'espace des centres de résidence et d'activité du processus de la production dans le cadre d'une division du travail, on peut observer, dans la demande de transport de la journée, une pointe le matin et une autre le soir. C'est pourquoi l'élasticité de la demande ne doit pas seulement être déterminée par des liaisons distinctes, mais aussi dans le temps. A cela viennent encore se surajouter des fluctuations de la demande de transport qui apparaissent toutes les semaines, tous les mois, par saisons ou de façon conjoncturelle.

En raison du niveau élevé de la part des frais fixes du chemin de fer, de sa capacité élevée de transport de masse et de la tarification qui est associée à des coûts-limites particulièrement bas, il convient d'ajuster la détermination de la pointe de capacité en harmonisant entre eux ce qu'on pourrait appeler en anglais la « Willingness to pay » des demandeurs et les coûts d'investissement et de maintenance du système ferroviaire.

Obéissant à l'hypothèse du cycle de vie des produits, le système du train à grande vitesse est censé créer davantage de bénéfices et d'avantages qu'il ne cause de frais sur la période de référence qu'est sa durée de service technique et économique. On fait entrer dans ces considérations les avantages qui ne sont pas immédiatement mesurables dans le cadre des effets externes (positifs ou négatifs). Pour l'observateur logistique, ceci ne change rien à sa mission fondamentale qui est de provoquer une solution aux moindres coûts en temps.

La solution comportant les coûts en temps les plus faibles est définie par le fait que moyennant la mise en œuvre de moyens déterminés à un moment, la situation coût/produit de vente se trouve améliorée, calculée sur la durée de vie du produit fabriqué, par cette solution ; c'est-à-dire qu'en l'occurrence les coûts pris en compte ne sont pas les seuls coûts d'investissement engagés une fois pour toutes, mais encore les coûts consécutifs pour le système dans sa globalité.

De ce fait, les projets de trains à grande vitesse qui peuvent sembler souhaitables d'un point de vue de l'exploitation, peuvent être appréciés exactement de la même façon que des mesures d'organisation de moindre ampleur, telles que par exemple le raccourcissement des temps au passage des frontières.

Pour la tentative qui va suivre maintenant d'appliquer ces prémices à la situation autrichienne, la question centrale demandant une réponse sera : quelle est l'amélioration relative des parts revenant au chemin de fer autrichien dans le trafic à venir par la mise sur pied de trains à grande vitesse et comment créer les capacités et les réserves de capacité nécessaires et suffisantes à cet effet ?

VI. L'Autriche

Le croquis du système relevé dans le plan directeur des infrastructures de l'UIC en 1974 montre que la fonction de l'Autriche de maillon de transit principal en Europe coïncide en partie avec les flux du trafic intérieur national vers les centres stimulateurs du trafic.

Compte tenu du fait qu'en raison de sa position relativement avantageuse en ce qui concerne ses capacités de masse et ses frais marginaux dans l'utilisation du système installé une bonne fois pour toutes, le chemin de fer doit être orienté de manière à faire face aux heures de pointe du trafic matinal et vespéral, il faut donc se poser la question de savoir :

- avec quels moyens,
- jusqu'à quand,
- et quelles sections de ligne,

demandent des mesures de construction renforcées pour que la différence entre d'une part l'augmentation des capacités du marché et d'autre part la minoration des dépenses dans la gestion de l'exploitation atteigne un maximum en tenant compte des frais d'investissement.

En tablant sur la constatation empirique que l'individu dispose en moyenne d'une heure et demie pour son trajet de son domicile et retour, on peut

calculer la part du chemin de fer créée par une augmentation de la vitesse maximale de croisière à plus de 200 km/h comme suit :

$$T_3 = \begin{matrix} 60' \text{ (mini)} \\ 180' \text{ (maxi)} \end{matrix} - t_1 - t_2 - t_4 - t_5$$

où
 $t_1, t_5 =$ le trajet en minutes allant à ou venant de la gare jusqu'au point de départ ou de destination

$t_2, t_4 =$ les temps d'attente ou de changement en gare

$t_3 =$ le temps du voyage en chemin de fer, susceptible d'être abrégé par la mise en place de trains à grande vitesse

En se basant sur une journée de travail normale de huit heures et un repos pour le sommeil de huit heures, il reste encore en réservant au plus juste deux heures de temps pour les repas et les soins d'hygiène individuelle, au plus trois heures pour le trajet aller et autant pour le trajet retour. Ceci conduit dès lors à une durée maximale de déplacement par destination de une heure et demie pour le train.

Cette donnée est parfaitement vérifiable avec une vitesse moyenne de 100 km/h de nos rapides et express d'aujourd'hui, pour un trajet moyen de déplacement de 176 km, car ce dernier chiffre intègre également les déplacements pour les congés annuels qui se font traditionnellement sur des distances de voyage plus longues.

L'augmentation de la vitesse maximale de croisière de 140 km/h à 160 km/h procure une économie sur le temps de transport de 14 %, de 53 km/h à 160 km/h une économie sur le temps de transport de 300 %, pourvu qu'elle soit entretenue sur toute la durée du trajet.

Aussi faut-il se poser la question de savoir quel est le potentiel de population pouvant être gagné en supplément pour le chemin de fer au moyen d'une augmentation des vitesses et de quelle importance cette dernière doit-elle être.

A. L'établissement des capacités

Les lignes constituant des goulets d'étranglement qui déterminent les capacités étant relativement longues en Autriche en raison de sa situation géographique (région alpine), une amélioration durable ne saurait être obtenue qu'au moyen d'un nouveau tracé des lignes, en partie en tunnel de base.

Dans un tunnel de base, la résistance de la ligne croît cependant très sensiblement en raison de l'effet de « tube », si bien que de fortes augmentations des vitesses renchérissent considérablement les frais d'investissement.

Il faut tenir compte de la même façon du fait que pour préserver la rentabilité de l'opération, les trains à grande vitesse doivent, eux aussi, relier entre eux des centres urbains correspondants.

En Autriche, pourtant, on ne saurait parler de zones d'agglomération urbaine, si tant est que l'on puisse le faire, que pour une bande résidentielle longeant

les lignes ouest et sud ; pour toutes autres lignes, les centres stimulateurs du trafic correspondants se trouvent déjà au-delà de notre territoire national.

En outre, ce qui est aussi décisif pour la rentabilité et la validité économique c'est de savoir jusqu'à quel point, vu au niveau du développement de l'économie nationale, on peut escompter en même temps des recettes suffisamment élevées par la tarification. Parmi les derniers critères cités, seul le dernier demande une explication approfondie, car le niveau de développement de l'économie nationale et la répartition des revenus représentent des grandeurs de mesure économique capitales qui décident de la capacité à supporter les frais de transport que peuvent avoir les marchandises devant être transportées et de la « Willingness to pay » des personnes à transporter.

En Autriche, la part prise par le secteur des services et prestations dans l'économie nationale représente plus de 50 %, ce pays compte donc parmi les économies les plus développées.

La distribution des revenus soutient parfaitement la comparaison avec celle existant dans les pays de l'Europe occidentale.

B. Les différentes lignes du réseau

1. La voie ouest entre Vienne et Salzburg :

Le réseau ouest entre Vienne et Salzburg a une longueur de ligne de 317 km, le temps du parcours est actuellement de trois heures.

Les conditions de rampe maximale se trouvent dans le secteur vallonné autour des zones d'urbanisation de Vienne (forêt viennoise), de Linz (Strengberge) et avant Salzburg :

	Vienne	Linz	Salzburg
Rampe maximum	11 ‰	7 ‰	7 ‰
Rayon de courbure minimum	276 m	500 m	325 m
Vitesse maximum	70 km/h	100 km/h	80 à 100 km/h
Vitesse recherchée	200 à 250 km/h		
Rampe maximum	6 ‰		
Longueur de ligne	53 km	11 km	27 km
Autres améliorations de la ligne sur environ 100 km			
Besoins financiers au total : 27 milliards de Schillings			
Raccourcissement du temps de trajet (t_s) à la moitié (1,5 heures)			

2. La ligne sud entre Vienne et Graz/Villach

La ligne sud entre Vienne et Graz a une longueur de ligne de 214 km, le temps du parcours fait actuellement deux heures et demie.

Nous relevons les conditions de rampe maximale dans le secteur du Semmering à 100 km au sud de Vienne.

	Semmering	
Rampe maximum	26 ‰	
Rayon de courbure minimum	174 m	
Vitesse recherchée	200 km/h	
Renouvellement de la ligne	Variante 1	Variante 2
Rampe maximum	6,5 ‰	11,5 ‰
Longueur de ligne nouvelle	30 km	30 km
- longueur de tunnel	24 km	18 km
- entrées du tunnel	gloggnitz	gloggnitz
	Langenwang	Mürzzuschlag
Poids de rame sans double traction	1 000 t	700 t
Besoins financiers au total env. 15 à 20 milliard de Schillings		
Raccourcissement du temps de trajet (t ₃) au maximum de 45 minutes		

3. La ligne du Tauer et la ligne du Brenner

Ces lignes ont fait l'objet d'études dans le cadre des études d'axes de communication de l'UIC. La population clairsemée sur le territoire autrichien concerné fait qu'un renouvellement de la ligne avec tunnel de base ne peut avoir lieu qu'à l'initiative des partenaires européens.

VII. Conclusions

Il est exact qu'un renouvellement des lignes considérées pour en faire des lignes de trains à grande vitesse en augmentera le pouvoir attractif.

Plusieurs travaux d'études, en dernier lieu celui des British Rail, mettent en évidence qu'une vitesse de 160 km/h est déjà perçue comme « rapide » par le passager.

C'est pourquoi relever la vitesse maximale de croisière à plus de 160 km/h doit être une question à relier non au voyageur pris individuellement, mais à la question des capacités et du potentiel. Ceci est d'importance dès lors que par exemple pour l'Autriche, on tient compte du fait que seule l'agglomération de Salzbourg avec une population d'environ 230 000 habitants accède en plus à la distance intéressante pour son temps de voyage d'une heure et demie.

Beaucoup plus significatif pour l'exploitation ferroviaire est le fait que par la construction des trains à grande vitesse, on crée des réserves de capacités permettant de moduler d'une façon plus avantageuse l'exécution de l'exploitation.

La question demeure, il est vrai, de savoir si en exploitation mixte (marchandises et personnes utilisant la même voie) les économies proclamées pourront réellement être obtenues à partir du moment où en premier temps un train de marchandises circule à 100 km/h, puis un train de voyageurs à 200 km/h sur la même ligne. Le fait est que les pointes de trafic voyageurs du matin et du soir se recoupent presque avec des horaires de départ et d'arrivée des trains de marchandises de nuit.

Si l'on entend épuiser les réserves de capacité en faisant passer le trafic marchandises sur les lignes actuelles, ce sont les conditions de rampe maximale défavorables qui viennent handicaper la gestion de l'exploitation et la réalisation des économies d'énergie recherchées. D'un point de vue

logistique, nous ne saurions passer outre le fait qu'en introduisant des trains à grande vitesse, nous ne nous hissons que dans le domaine des installations (composées de 6 éléments au total) et dans le domaine du changement du facteur t_3 (parmi un total de t_1 à t_6) à un niveau qui nous permette d'améliorer les chances du chemin de fer dans la concurrence sur le marché des transports.

Ce faisant, il faut tenir compte de ce que le concurrent majeur demeure l'automobile par rapport à laquelle on juge les aspects valorisants du transport par chemin de fer. L'aptitude pratiquement illimitée à former un réseau de communication grâce à la surabondance de l'infrastructure routière pour les transports et la disponibilité constante à tout instant de la voiture personnelle contraignent le chemin de fer à augmenter dans des proportions conformes aux exigences du marché ses fréquences.

Quant à savoir si ces augmentations de fréquence pourront être obtenues dans le cadre des programmes actuels d'exploitation au moyen de trains à grande vitesse sans que des investissements dispendieux aux points de connexion ne deviennent nécessaires par voie de conséquence, est une question méritant encore examen et ne pouvant être débattue ici plus avant.

Le fait demeure toutefois que d'un point de vue logistique, on ne devrait entamer la procédure des trains à grande vitesse sous la forme de constructions neuves ou de complément que lorsque tous les autres facteurs agissant dans le sens de l'amélioration de la compétitivité auront déjà été épuisés, pour autant que pour un petit pays comme l'Autriche, les projets de trains à grande vitesse soient destinés à ne pas rester chimériques, mais à recevoir aussi leurs chances de réalisation.

*Commission économique
pour l'Europe des Nations Unies*

**I. Travaux relatifs à l'infrastructure des transports
au sein de la Commission économique pour l'Europe**

Depuis sa création, en 1947, la Commission économique pour l'Europe des Nations unies (CEE) a toujours constitué une plate-forme pour la coopération économique entre ses pays membres. Dans le contexte de ses objectifs, la CEE essaie de créer et d'améliorer la coopération économique et tente de renforcer les liens économiques entre ses membres, d'une part, ainsi qu'entre eux et les autres pays, d'autre part.

Au cours de ses activités, la Commission s'est penchée sur de nombreuses questions techniques et économiques dans le domaine des transports. Un des centres d'activité de la Commission parmi ces questions concerne l'infrastructure des transports dont les problèmes sont traités, soit sous forme d'études pour le développement d'une œuvre de transport, soit par l'établissement d'un réseau d'infrastructure tout entier à l'échelle européenne.

En ce qui concerne la première catégorie de travaux, différents projets sont à noter :

- autoroute trans-européenne nord-sud (TEM) qui reliera la Baltique au sud-est de l'Europe, au Moyen-Orient et à l'Asie occidentale ;
- la liaison entre le Danube et l'Oder (-Elbe) ;
- la voie navigable entre le Danube et la mer Egée.

Quant à l'établissement d'un réseau d'infrastructure, c'est surtout le réseau des grands axes routiers en Europe qui mérite d'être mentionné (Accord dit AGR, de 1975). Et c'est par analogie avec ce réseau routier que les travaux en vue de l'établissement d'un réseau ferroviaire européen sont actuellement entrepris par les gouvernements.

ii. Travaux concernant l'établissement d'un réseau ferroviaire européen

A. Les objectifs poursuivis avec un réseau ferroviaire européen

En prenant l'AGR comme modèle, le comité des transports intérieurs de la Commission économique pour l'Europe a confié en 1982 au groupe de travail des transports par chemin de fer l'élaboration d'un plan directeur des chemins de fer européens. Le point de départ de cette mission était basé sur les idées suivantes :

- L'Europe dans son ensemble a besoin d'un réseau ferroviaire efficace.
- Ce réseau doit être homogène, c'est-à-dire qu'il doit permettre aux véhicules et aux rames de circuler sans entrave sur toutes les lignes du réseau européen, sans arrêt prolongé et sans modifications d'ordre technique.
- L'efficacité de ce réseau doit être telle que le secteur ferroviaire puisse soutenir la concurrence des autres modes de transport.

Il était clair dès le début des travaux que l'établissement de ce réseau devait s'effectuer par la collaboration de tous les pays d'Europe, en raison de l'importance que ce réseau revêt pour le continent tout entier. En poursuivant ces objectifs, il fallait éviter l'élaboration de plans non harmonisés ou des travaux de planification menés parallèlement dans les différents pays, ce qui a permis, par conséquent, de supprimer les frais inutiles occasionnés par ces activités.

En vue de ces objectifs d'ordre général, le comité des transports intérieurs a formulé le mandat pour un réseau européen de chemin de fer qui prévoit notamment :

- a) la définition des grandes lignes de chemin de fer d'importance internationale ;
- b) la détermination de la capacité de transport en vue d'assurer une exploitation efficace de ces grandes lignes ;
- c) l'établissement d'une liste de goulets d'étranglement et des mesures envisagées pour les supprimer.

C'est sur les différents points de ce mandat que je voudrais être maintenant plus explicite.

B. Les grandes lignes de chemin de fer internationales

Il est évident que le groupe de travail – qui est un organe gouvernemental – en commençant ses travaux relatifs à un réseau ferroviaire, a tenu compte des activités menées dans d'autres enceintes internationales, comme par exemple la Communauté économique européenne (CEE) ; le Conseil d'aide économique mutuelle (CAEM) ; la Conférence européenne des ministres des transports (CEMT) ; l'Union internationale des chemins de fer (UIC) et l'Organisation pour la coopération des chemins de fer (OSJD).

Dans ce contexte, l'UIC mérite d'être mentionnée tout particulièrement car à l'intérieur de cette organisation les administrations ferroviaires ont préparé un Plan directeur européen d'infrastructure (PDEI) en 1973, qui a fait l'objet d'une analyse plus approfondie en 1981. Ce plan contient différentes lignes de chemins de fer de toutes les administrations ferroviaires européennes membres de l'UIC, qui revêtent une importance primordiale pour le trafic européen par chemin de fer. Ce plan est basé sur les zones d'origine et

de destination de trafics ferroviaires, zones qui ont été déterminées en fonction des liaisons entre les capitales des pays, les villes de plus d'un million d'habitants, les ports maritimes importants, les zones d'industrie lourde et les zones touristiques.

Attendu que les gouvernements n'ont pas souvent la même optique que les administrations des chemins de fer, il existe parfois des différences entre eux en ce qui concerne l'importance à attribuer à certaines lignes.

En déterminant les lignes à inclure dans le réseau, il s'est avéré impossible de retenir toutes les lignes qui ont une importance pour le trafic ferroviaire international. C'est la raison pour laquelle il a été décidé de distinguer les lignes principales des lignes complémentaires : les *lignes principales* sont celles qui assurent déjà un trafic international important aujourd'hui, ou dont il est prévu qu'elles acquerront un grand trafic international dans un proche avenir. Les *lignes complémentaires*, par contre, sont celles qui n'auront un trafic international important que dans un avenir plus lointain, mais dont on sait dès à présent qu'à long terme elles vont être incorporées parmi les grands axes européens.

Etant donné que le réseau à définir a un caractère international, les lignes à y insérer n'ont pas été sélectionnées du point de vue national mais sous l'angle international. Ceci impliquait qu'il fallait tenir compte de l'intérêt qu'elles revêtent pour *l'ensemble* de tous les pays européens et pas seulement pour le pays sur le territoire duquel une ligne est construite.

Les lignes telles qu'elles ont été retenues sur la carte (voir annexe 1) n'indiquent pas le tracé de telle ou telle ligne de train à grande vitesse. Cependant, il semble opportun de présumer que ce réseau tel que les gouvernements l'ont arrêté contient aussi des liaisons sur lesquelles un service à grande vitesse sera fourni dans l'avenir.

C. Détermination des paramètres d'infrastructure en vue d'assurer une exploitation efficace de ces grandes lignes

En déterminant les paramètres d'infrastructure des lignes, par contre, on a tenu compte des différentes vitesses des trains et donc des exigences des trains à grande vitesse.

En choisissant les paramètres d'infrastructure, le groupe de rapporteurs (GREN) s'est heurté aux problèmes suivants : d'une part, la plupart des lignes ferroviaires importantes en Europe sont déjà en exploitation et des modifications d'infrastructures importantes pourraient entraîner de grosses dépenses ; d'autre part, les normes techniques des lignes retenues dans le réseau doivent tenir compte du développement qui se produira d'ici la fin du siècle. C'est pourquoi on a fait une distinction entre les paramètres applicables aux lignes existantes et ceux qui sont applicables aux lignes nouvelles.

En ce qui concerne les lignes *existantes*, elles sont susceptibles d'être améliorées le cas échéant ; il faudrait modérer les exigences à leur égard car il est souvent difficile, voire impossible, de modifier leurs caractéristiques géométriques, notamment.

Pour ce qui est des lignes *nouvelles* à construire, on peut choisir librement, à l'intérieur de certaines limites d'ordre économique, notamment leurs caractéristiques géométriques. Etant donné qu'elles seront construites selon

des plans tout à fait nouveaux, les exigences techniques peuvent être plus ambitieuses.

Dans cette deuxième catégorie, il s'avérait nécessaire de distinguer deux sous-catégories :

- l'une contenant des lignes qui serviront exclusivement au transport des *voyageurs* (à l'exclusion des transports de marchandises) ;
- l'autre contenant des lignes à trafic *mixte* ou *mélangé*, destinées aux transports de voyageurs et de marchandises.

Un point qu'il faut particulièrement souligner dans ce contexte est que les paramètres prévus ont été choisis de telle sorte qu'ils ne freinent en aucune manière le progrès technique. Attendu que les valeurs retenues sont des exigences minimales, rien n'empêche à un réseau de chemin de fer de choisir des paramètres plus ambitieux s'il l'estime utile, compte tenu de ses besoins particuliers.

Le tableau présenté en annexe 2 donne une idée plus précise des valeurs retenues pour les différents paramètres d'infrastructures. Ces valeurs doivent être considérées comme des objectifs importants, à atteindre conformément aux plans nationaux de développement des chemins de fer, et les écarts éventuels par rapport à ces valeurs doivent être considérés comme exceptionnels.

Permettez-moi de commenter ici brièvement un des paramètres qui revêt une importance particulière pour le thème de ce séminaire : la vitesse prévue sur le réseau. Il est clair que la vitesse minimale de définition retenue a une signification déterminante pour d'autres paramètres, par exemple le choix des caractéristiques géométriques de tracé (rayon des courbes et dévers), des installations de sécurité (distances de freinage) et des coefficients de freinage du matériel roulant.

Comme il ressort du tableau, ce sont exclusivement les lignes nouvelles pour lesquelles on peut prévoir un service à grande vitesse sans qu'il en résulte généralement un accroissement prohibitif des dépenses, ce qui serait le cas si l'on voulait instaurer un tel service sur une ligne existante.

On peut voir aussi (au tableau de l'annexe 2) qu'il est prévu pour le trafic mixte - c'est-à-dire qui comprend le transport de voyageurs et de marchandises - une vitesse de définition de 250 km/h. Au cas où des lignes nouvelles serviraient exclusivement au transport de voyageurs, il est recommandé de prévoir 300 km/h. Ce sont des vitesses tout à fait praticables, comme il est démontré par le TGV français.

Je crois qu'en arrêtant ces valeurs on a suffisamment tenu compte des exigences requises pour un service ferroviaire à grande vitesse. Aller au-delà de ces limites voudrait dire pénétrer dans le domaine des très hautes vitesses qui ne sont pas encore aujourd'hui pratiquées dans un service commercial et dont on ne peut pas encore prévoir une mise en service régulière.

Attendu que notre sujet ici concerne les trains à grande vitesse, je passe sur les autres paramètres dont plusieurs, dans une certaine mesure, sont déterminés par la valeur retenue pour la vitesse minimale de définition.

D. Elaboration d'un projet d'instrument international concernant les grandes lignes internationales

Comme il a été indiqué plus haut, le réseau ferroviaire européen a été établi d'après le modèle du réseau routier pour lequel il existe un accord international (AGR).

D'une façon similaire, il est prévu d'élaborer un instrument international relatif aux lignes internationales principales en vue d'établir le cadre nécessaire à la création d'un réseau européen de chemin de fer. Ce cadre permettra d'adopter le réseau d'une façon formelle par les Etats membres de la Commission économique pour l'Europe. Jusqu'ici deux possibilités sont à l'étude, à savoir une recommandation ou la conclusion d'un accord international. A l'heure actuelle, aucune décision n'a encore été prise quant à l'une ou l'autre possibilité.

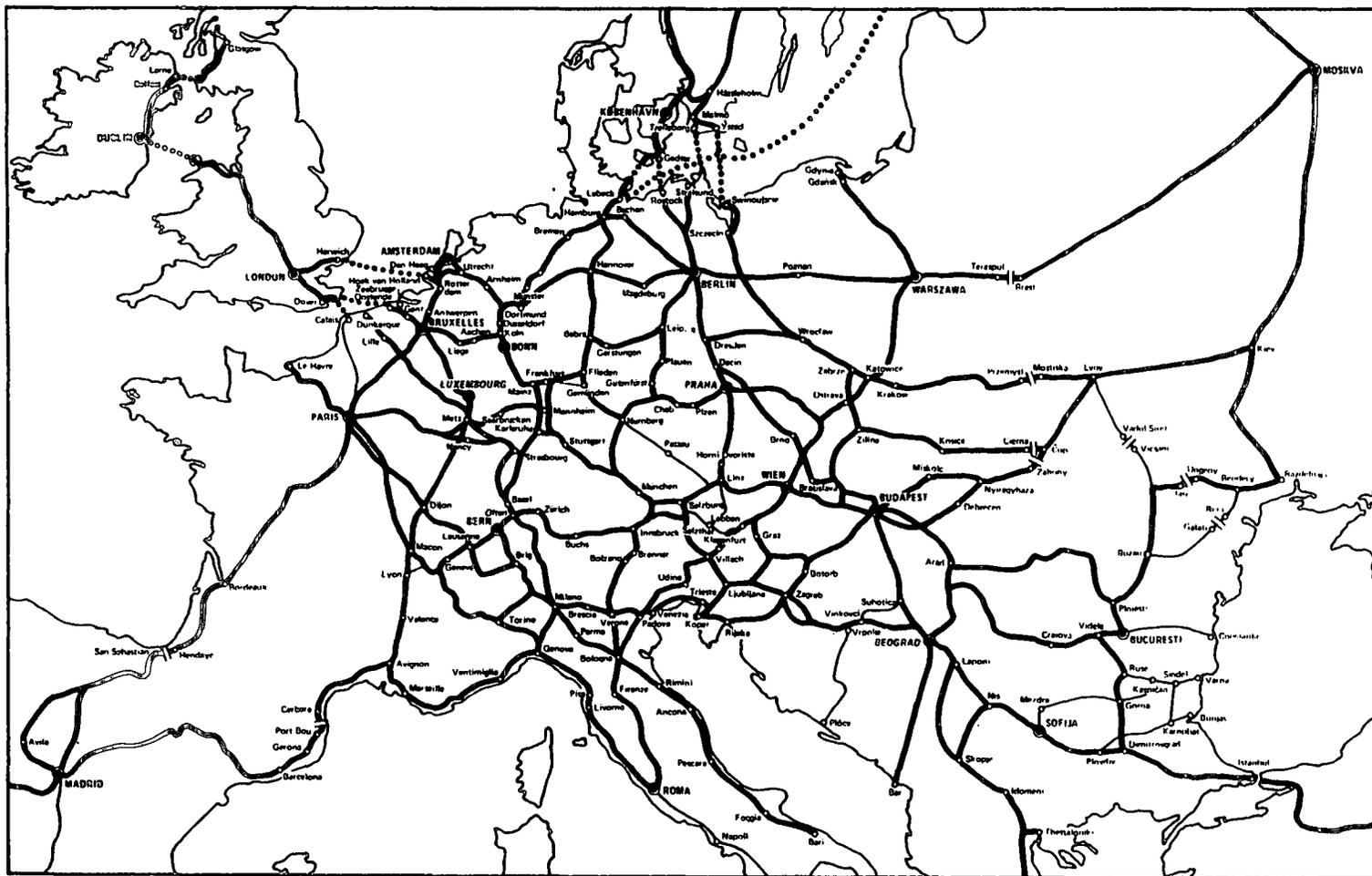
III. La place des trains à grande vitesse dans le réseau européen ferroviaire

Permettez-moi d'évoquer finalement encore quelques aspects qu'on pourrait retenir dans un système d'infrastructure européen de chemin de fer. Les lignes de ce réseau tel qu'il a été élaboré jusqu'à maintenant ne se différencient pas entre lignes à grande vitesse et autres. Ce n'est pas directement le but de notre travail d'indiquer où on pourrait prévoir des lignes à grande vitesse. Notre objectif est plutôt à ce stade de jeter les bases d'un réseau européen et d'assurer l'établissement d'un plan coordonné d'aménagement et de construction de lignes de chemin de fer. Cette tâche de définition du réseau est quasiment achevée. Mais il est évident que les lignes à grande vitesse ne pourront être choisies que parmi les lignes dont l'importance économique et internationale aura été reconnue.

Dans ces conditions l'étape suivante du développement d'un réseau ferroviaire européen pourrait consister dans la définition de lignes à grande vitesse à l'intérieur de ce réseau. Nombre d'idées ont été discutées à ce sujet et quelques études de projet sont en cours ou prévues. Il en ressort qu'on est en train de se familiariser avec l'idée d'un réseau ferroviaire à grande vitesse à l'échelle européenne.

Le réseau européen qui a été établi ne réserve donc pas un sort particulier aux lignes à grande vitesse mais les paramètres d'infrastructure prévoient les exigences techniques qui sont analogues à celles des trains à grande vitesse actuels.

Ce qui vaut pour le réseau européen ferroviaire en général vaut d'autant plus pour les lignes à grande vitesse : afin de tirer le meilleur parti de leurs ressources financières limitées, les gouvernements seront appelés à concentrer les investissements et les innovations techniques sur certaines lignes. L'introduction des services à grande vitesse vise, par la réduction du temps de voyage, à une amélioration de l'offre de transport ferroviaire, ce qui permettrait de soutenir la position des chemins de fer dans la répartition modale. Il est évident qu'en ce qui concerne le trafic international, seule l'harmonisation des actions gouvernementales dans le domaine d'infrastructure donnera l'occasion d'assurer une qualité homogène de l'offre ferroviaire.



Annexe 1
Carte des lignes de chemin de fer qui sont très importantes du point de vue International

**Annexe 2. Paramètres d'infrastructure à respecter
sur les lignes ferroviaires d'intérêt international**

	A	B	
	Lignes existantes qui répondent aux conditions d'infrastructure et lignes à améliorer ou à réaménager	Lignes nouvelles	
		B ₁ exclusivement pour le transport de voyageurs	B ₂ pour le transport de voyageurs et de marchandises
1. Nombre de voies		2	2
2. Gabarit des véhicules	UIC*	UIC C1	UIC C1
3. Entraxe minimal des voies	4,0 m	4,2 m	4,2 m
4. Vitesse minimale de définition	160 km/h	300 km/h	250 m/h
5. Masse autorisée par essieu :			
Locomotive (≤ 200 km/h)	22,5 t	-	22,5 t
Automotrices et rames automotrices (≤ 300 km/h)	17 t	17 t	17 t
Voitures	16 t	-	16 t
Wagons ≤ 100 km/h	20 t	-	22,5 t
Wagons ≤ 120 km/h	20 t	-	20 t
Wagons ≤ 140 km/h	18 t	-	18 t
6. Masse autorisée par mètre linéaire ..	8 t	-	8 t
7. Train type pour le calcul des ponts	UIC 71	-	UIC 71
8. Déclivité maximale	-	35 mm/m	12,5 mm/m
9. Longueur minimale des quais dans les grandes gares	400 m	400 m	400 m
10. Longueur utile minimale des voies d'évitement	750 m	-	750 m
11. Passage à niveau	aucun	aucun	un

* UIC = Union internationale des chemins de fer.

Impact du Shinkansen

MM. Hirota, Iwata
Ministry of Transport
International transport and tourism bureau

JAPON

I. Préface

Cet exposé présente une évaluation du train à grande vitesse japonais, le Shinkansen.

Le premier Shinkansen japonais, le Tokaido Shinkansen, a été mis en service en octobre 1964 entre Tokyo et Osaka, soit 515 km. Il a été étendu plus tard et deux lignes furent construites.

A présent, quatre autres lignes Shinkansen, au total 1 804 km sont en service. Les trois nouvelles lignes sont le Sanyo (Shin-Osaka-Hakata), le Tohoku (Omiya-Morioka) et le Joetsu (Omiya-Niigata). Un sommaire de ces lignes est exposé dans la planche suivante.

Lignes Shinkansen	Section	Longueur de la voie	Date de mise en service
Tokaido	Tokyo-Shin-Osaka	515 km (322 min)	1 ^{er} octobre 1964
Sanyo	Shin-Osaka-Okayama	161 km (101 min)	15 mars 1972
	Okayama-Hakata	393 km (246 min)	10 mars 1975
Joetsu	Omiya-Niigata	270 km (169 min)	15 novembre 1982
Tohoku	Omiya-Moriogata	465 km (291 min)	23 juin 1982
en construction (Tohoku)	Tokyo-Omiya	31 km (19 min)	1986

II. Perspective de construction et développement

Au Japon, le développement industriel et économique s'est concentré dans la « zone périphérique » s'étendant de Tokyo, le long de la côte Pacifique au Japon occidental.

Les chemins de fer au Japon ont été considérés comme le mode majeur de transport terrestre. La plus grande partie du réseau ferroviaire national dans tout le pays a été mis en service avant la seconde guerre mondiale, et les lignes Tokaido et Sanyo reliant les villes de la « zone périphérique » étaient les artères principales.

Après la guerre, l'insuffisance de capacité de transport ferroviaire fut considéré comme le handicap à la réhabilitation et au développement de l'économie japonaise. Surtout pendant les années approchant 1960, l'économie s'engageait dans une période prolongée de grand essor, et il est devenu évident que la demande de transport sur la ligne Tokaido, l'artère traversant la zone périphérique dépasserait la capacité de transport à court terme. Pour faire face à ces circonstances, des études ont été entreprises sur la construction d'un train à grande vitesse, le Shinkansen, d'écartement standard.

D'autre part, l'aviation s'apprêtait à passer à l'air du jet, le transport de masse à grande vitesse et la croissance de la motorisation ont également commencé à apparaître au Japon. En conséquence, des plans ont été établis pour la construction d'un tronçon de voie express à travers la zone périphérique, et des études ont été faites sur ce parcours.

De plus, il y avait des doutes émanant de l'opinion publique quant à la valeur de la construction du Tokaido Shinkansen vu le contexte à ce moment-là, y compris le fait qu'on ne construisait pas de nouvelles lignes ferroviaires dans les pays européens. Après diverses investigations cependant, la construction du Tokaido Shinkansen (Tokyo-Shin Osaka 515 km) fut arrêtée par le gouvernement en 1958 et la mise en service débuta en 1964.

Sur la ligne Sanyo, qui relie les villes principales vers l'ouest à partir d'Osaka, le long de l'océan Pacifique, le manque de capacité de transport devint très évident. Pour remédier à cette situation, la construction du Sanyo Shinkansen débuta en 1967 et la ligne fut étendue en 1975 jusqu'à Hakata (Shin-Osaka-Hakata 554 km, une ville principale du Japon occidental).

Le Shinkansen a joué un rôle clé dans la zone périphérique côtière en tant que système de transport de masse à grande vitesse, satisfaisant pleinement l'attente du public pour des capacités de transport plus importantes. Après sa mise en service, le Shinkansen a contribué à l'économie japonaise en tant que facteur supportant l'importante croissance économique qui a duré jusqu'à la crise pétrolière en 1973.

III. Effets sociaux et économiques

Grâce à sa grande vitesse, le Shinkansen a exercé une grande influence sur le concept de temps/distance. Les effets du Shinkansen sur la réduction du temps de voyage sont présentés sur les planches suivantes. Ces dernières montrent également l'impact que le Shinkansen, en tant que moyen de transport en masse, a eu sur l'aviation dans des domaines où il y avait compétition directe, à cause des coûts d'utilisation moindres, en comparaison avec le transport par air, montrant la réduction de la durée du voyage, et d'autres facteurs en relation.

Réduction du temps de voyage

	Express limité sur lignes conventionnelles	Shinkansen	Réduction de temps
Tokyo-Osaka-Shin.	6 h 30 min	3 h 10 min	3 h 20 min
Shin-Osaka-Hakata	8 h 20 min	3 h 30 min	4 h 50 min
Tokyo-Hakata			environ 8 h

Changement annuel de trafic passager aérien

	Tokyo-Osaka	Tokyo-Nagoya
Octobre 1962/septembre 1963	500 km (320 min)	300 km (200 min)
Octobre 1963/septembre 1964	+ 38,5 %	+ 12 %

Mise en service du Tokaido Shinkansen

Octobre 1964/septembre 1965	- 19,7	- 45,2
Octobre 1965/septembre 1966	- 27,4	- 68,2

Parts modales en 1983

	Shinkansen	Avions
Tokyo-Hakata	32 %	68 %
Tokyo-Shin-Osaka	88	12
Tokyo-Nagoya	100	-

Grâce à cette réduction du temps de voyage et aux faibles coûts d'utilisation, le Shinkansen a stimulé les activités économiques, sociales et culturelles entre les villes qu'il relie et consolide les liens entre de telles villes, réduit le temps de voyage des passagers, agrandi le marché des affaires, amélioré l'efficacité de communication à l'intérieur d'une même société, entre une société et une autre, et entre une société et ses clients, développé les zones d'activité commerciale, amélioré la productivité ; et (S-1) développé les zones d'influence d'activité culturelle, si bien que la culture s'est répandue plus rapidement.

De cette façon, l'introduction du Shinkansen a contribué à la mise en place d'une société plus efficace et de structures économiques plus rentables dans le Japon d'aujourd'hui. Par contre, des écarts dans le progrès économique sont apparus entre des villes desservies par le Shinkansen et des villes situées le long de l'itinéraire Shinkansen bien que non desservies. (voir tableau 3).

IV. Effets technologiques

La technologie du rail dépend fondamentalement de plusieurs technologies, telles que le génie civil, l'électrotechnique, le matériel roulant et le génie ferroviaire. Le système Shinkansen, surtout ne pourrait être présenté comme un système de transport de masse plus sûr, plus fiable et plus rapide qu'au travers d'efforts de développement continus dans chacun des secteurs technologiques, et en intégrant et en synthétisant les connaissances et les réalisations développées au cours de longues années d'expérience dans le domaine de l'utilisation de trains à grande vitesse et à grand volume.

Dans la construction du Shinkansen, l'un des objectifs était d'obtenir un système qui, effectivement, soit performant dans la réduction de la main-d'œuvre et automatisé. Par suite, les coûts d'utilisation du Shinkansen ont été réduits de beaucoup comparativement avec un système ferroviaire conventionnel.

V. Efficacité et sécurité

Du fait de l'augmentation de la vitesse, le Shinkansen a considérablement amélioré l'utilisation et l'efficacité opérationnelle des trains et des installations.

Garantir la sécurité des passagers est une condition des plus essentielles pour un système de transport. La distance totale parcourue à ce jour par le Shinkansen totalise 800 millions de km et les trains ont transporté plus de 2 milliards de passagers sans le moindre incident. L'impression que le Shinkansen est un moyen de transport sûr est largement répandue dans le public et les résultats le confirment largement.

VI. Comparaison avec d'autres modes de transport

Grâce à sa grande vitesse, ses possibilités de transport en masse, ses besoins réduits en main-d'œuvre, sa grande efficacité et sa sécurité dans le transport, le Shinkansen a maintenu un niveau de compétitivité supérieur dans certains domaines par rapport à d'autres modes de transport en commun, tels l'aviation et l'automobile.

Les rôles joués par le Shinkansen et la relation aux autres modes de transport sont les suivants :

A. Par rapport aux avions, on considère que le Shinkansen démontre ses meilleures caractéristiques dans les cas où le temps de voyage est de 4 à 5 heures et de 600 à 800 km de distance. Ceci est basé sur l'évaluation des passagers quant à la valeur de leur temps, la fatigue du voyage en tant que fonction de temps requis, et d'autres facteurs en relation. Parce que les coûts du Shinkansen sont moins élevés que ceux du transport aérien, de petits écarts de tarif auront un effet insignifiant sur le choix des passagers entre le Shinkansen et l'avion.

B. Les automobiles privées ont l'avantage sur le Shinkansen en ce qu'elles peuvent se déplacer plus ou moins librement n'importe quand et n'importe où. Les coûts par unité de circulation pour les automobiles sont plus élevés que ceux du Shinkansen et il y a la fatigue de la conduite, les dangers

d'accident et d'autres facteurs désavantageux pour les automobiles. Par suite, les automobiles sont utilisées, dans bien des cas, pour des distances de voyage allant jusqu'à 200 à 300 km, et pour des voyages au-delà de cette distance, on est plus susceptible d'utiliser le Shinkansen. Pour des trajets de 100 à 200 km, le Shinkansen et l'automobile sont en concurrence, les usagers choisissant en fonction de la raison de leur voyage et d'autres facteurs en relation.

En résumé, le Shinkansen montre ses atouts majeurs et surtout joue son rôle comme système de transport de masse dans les voyages de distances courtes et moyennes, 100 à 800 km.

VII. Application du Shinkansen et plans de construction futurs

Parce que le Shinkansen est un système de transport de masse, son utilité est réduite dans les domaines où le transport à grande échelle n'est pas prévu. Cependant, il y a de grandes différences d'investissement nécessitées pour une voie Shinkansen, dépendant de nombreux facteurs. Les coûts du terrain varient selon leur usage, mais ils constituent néanmoins un facteur déterminant du coût d'un Shinkansen au Japon. Le besoin de tunnels et de ponts varie selon le terrain (montagneux ou plat) et les autres coûts dépendent de conditions naturelles, telles les tremblements de terre et les chutes de neige, et de multiples facteurs en relation. Conséquemment, dans le cas d'une voie traversant de vastes plaines, il est fort probable que la demande de transport nécessaire pour arriver à un bilan entre les revenus et les frais ne soit pas très élevée.

Avec l'augmentation de trafic sur le Tokaido Shinkansen, la nécessité de construire un système ferroviaire à grande vitesse a été largement reconnue au Japon. En 1970, une loi a été établie pour systématiquement construire un réseau Shinkansen dans tout le pays pour encourager un développement global et bien équilibré des terrains.

Selon cette loi, la construction du Tohoku Shinkansen de Tokyo à Marioka et du Joetsu Shinkansen de Omiya à Niigata a été décidée en 1971. Les deux lignes ont été mises en services en 1982 sauf pour la section finale maintenant en construction dans le centre de Tokyo. Selon cette même loi, cinq autres lignes Shinkansen de 1 440 km sont prévues et douze lignes supplémentaires sont proposées.

La réalisation de ces plans nécessite des fonds très importants. Il y a une limite à l'utilisation des fonds nationaux, et de plus, il est difficile de faire construire de telles lignes par JNR sous sa responsabilité directoriale et de lui faire assumer les coûts alors que le besoin de trafic requis n'est pas prévu. En conséquence, une révision a été faite à propos de cette loi afin d'utiliser les fonds des gouvernements locaux concernés pour une partie du coût de la construction de la ligne, où pour la totalité du coût de la construction d'une station.

VIII. Développement de nouveaux transports à grande vitesse

On est actuellement en train de mettre au point de futurs systèmes de transport à grande vitesse au Japon : un système à sustentation magnétique et un système à sustentation classique.

Le développement du premier de ces systèmes est en cours depuis 1962 et le gouvernement lui a affecté des subventions depuis l'année fiscale 1979. En décembre 1975, un véhicule expérimental a atteint une vitesse maximum de 517 km/h sur une voie d'essai. En novembre 1982, des essais de marche débutant avec trois véhicules en formation et des passagers ont été effectués.

Le second de ces systèmes est en voie de développement, entrepris par Japan Air Lines, avec l'objectif d'un accès rapide aux aéroports.

Des essais de marche de ce système sont prévus à 350 km/h sur une voie de 350 m de long avec un véhicule de 48 places assises, à l'Expo Science Tsukuba « 85 » qui débute en mars 1985.

Cinq lignes Shinkansen (prévues)

Tohoku	Morioka - Aomori	170km
Hokkaido	Aomori - Sapporo	300km
Hokuriku	Tokyo - Toyama - Osaka	590km
Kyushu	Hakata - Kagoshima	250km
Kyushu	Hakata - Nagasaki	130km

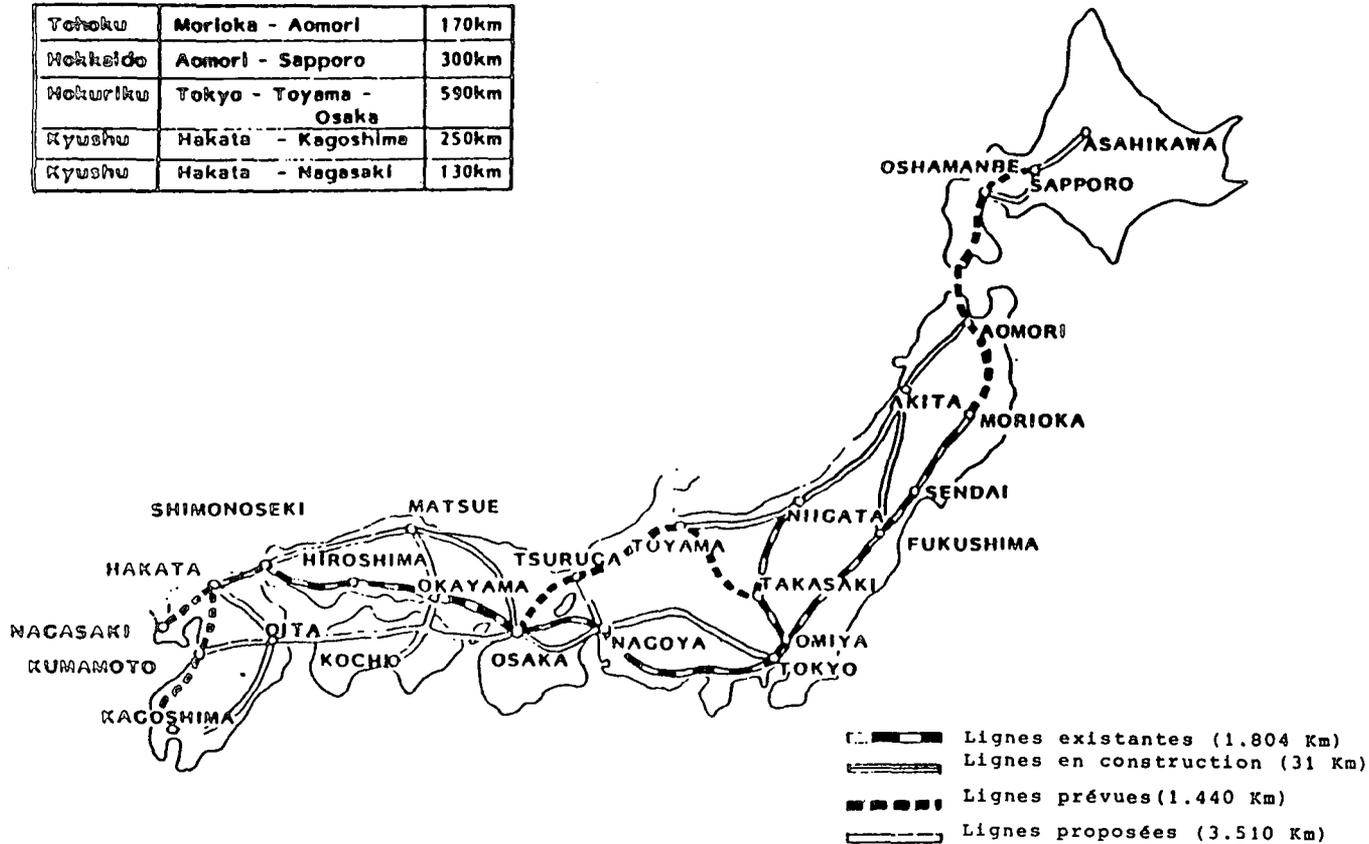


Figure 1. Cartes des lignes du Shinkansen.

Tableau 1. Données générales des lignes Shinkansen

662

	TOKAIDO	SANYO		JOETSU	TOHOKU	
	Tokyo-Shin-Osaka	Shin-Osaka-Okayama	Okayama-Hakata	Omiya-Niigata	Omiya-Morioka	Tokyo-Omiya
Dates d'ouverture	1 ^{er} oct. 64	15 mars 72	10 mars 75	15 nov. 82	23 juin 82	Prévu pour 86
Longueur de la voie	515 km	161 km	393 km	270 km	465 km	31 km
Vitesse	Actuellement	210 km/h				
maximum	Permise par les installations au sol	210 km/h	260 km/h	260 km/h	260 km/h	260 km/h
Courbe minimum (section ordinaire)	2 500 m	4 000 m	4 000 m	4 000	4 000	4 000
Calibre de la voie	1 435 mm					
Durée de la construction	5,5 ans	5 ans	5 ans	9 ans	9 ans	13 ans
Vitesse moyenne	HIKARI 163 km/h KODAMA 136 km/h	HIKARI 149 km/h KODAMA 142 km/h	HIKARI 149 km/h KODAMA 142 km/h	ASAHI 152 km/h TOHI 134 km/h	YAMABIKO 149 km/h AOBA 137 km/h	
Temps requis	3 h 10 min	58 min	2 h 28 min	1 h 45 min	3 h 17 min	20 min
Nombre de trains prévus	255 trains par jour			42 trains par jour	60 trains par jour	
Nombre de wagons	16 wagons (400 m)			12 wagons (300 m)		
Places assises	HIKARI 1 280 pers. KODOMA 1 411 pers.			884 personnes		
Trafic	Km/passagers (mille million)	42,2		2,3	6,0	
	Nombre de passagers transportés (million)	127,6		10,3	23,4	
	Moyennes de passagers par jour	environ 350 000 personnes		28 000 personnes environ	64 000 personnes environ	

Tableau 2. Résultats opérationnels des lignes Shinkansen

Section	Année fiscale	1964	1965	1966	1980	1981	1982	1983
TOKAIDO/SANYO	Passagers transportés en millions	11,0	31,0	43,8	125,6	125,6	124,8	127,6
	Recettes en millions de yen.....	19,4	55,0	89,1	728,8	788,9	816,2	830,0
	Dépenses en millions de yen.....	27,1	67,8	72,8	430,5	446,6	450,4	461,3
	Résultats en millions de yen.....	- 7,7	- 12,8	+ 16,3	+ 298,3	+ 342,3	+ 365,8	+ 368,7
TOHOKU/JOETSU	Passagers transportés en millions						18,1	33,7
	Recettes en millions de yen.....						104,5	187,7
	Dépenses en millions de yen.....						267,2	432,9
	Résultats en millions de yen.....						- 162,7	- 245,2
TOTAL	Passagers transportés en millions	11,0	31,0	43,8	125,6	125,6	142,9	161,3
	Recettes en millions de yen.....	19,4	55,0	89,1	728,8	788,9	920,7	1 017,7
	Dépenses en millions de yen.....	27,1	67,8	72,8	430,5	446,6	717,6	894,2
	Résultats en millions de yen.....	- 7,7	- 12,8	16,3	298,3	342,3	203,1	123,5

Note : Mise en service du Shinkansen.
 Octobre 1964 - Tokaido Shinkansen entre Tokyo et Shin-Osaka.
 Mars 1972 - Sanyo Shinkansen entre Shin-Osaka et Okayama.
 Mars 1975 - Sanyo Shinkansen entre Okayama et Hakata.
 Juin 1982 - Tohoku Shinkansen entre Omiya et Marioka.
 Novembre 1982 - Joetsu Shinkansen entre Omiya et Niigata.

Tableau 3. Comparaison des indices économiques principaux avec et sans stations Shinkansen, avant et après la mise en service du Tokaido Shinkansen

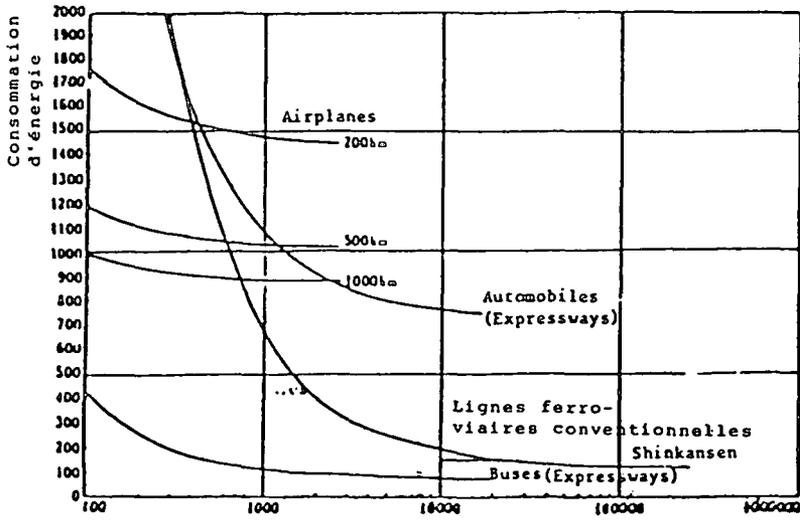
	Rapport annuel d'accroissement					
	avant le Shinkansen			après le Shinkansen		
Départements	(A1) Villes desservies par le Shinkansen	(B1) Villes non desservies par le Shinkansen	(C1) A1/B1	(A2) Villes desservies par le Shinkansen	(B2) Villes non desservies par le Shinkansen	(C2) A2/B2
En gros	12,9 %	20,8 %	0,621	11,63 %	8,70 %	1,34
Détail	10,1 %	13,5 %	0,748	9,96 %	8,58 %	1,16
Production industrielle	13,7 %	14,2 %	0,967	9,48 %	7,81 %	1,21
Construction dans le voisinage	13,8 %	14,9 %	0,926	8,01 %	6,37 %	1,26
Population	2,64 %	3,39 %	0,777	1,88 %	1,55 %	1,11

Note :

(1) Les indices de croissance sont des moyennes annuelles sur les dix ans avant et après la mise en service du Shinkansen.

(2) Les indices de croissance après la mise en service du Shinkansen sont uniformément moindres que ceux d'avant la mise en service du Shinkansen, reflétant des conditions économiques stagnantes.

(kcal/passenger-km)



- Note : (1) Facteurs de chargement : automobiles 30 %, Shinkansen, autobus et avions 60 %
(2) Trafic sur autoroutes comprend automobiles et autobus à un rapport de 9.97/1

Quand le trafic journalier dépasse 10 000 personnes, le besoin d'énergie pour le transport aérien est de dix fois celui du Shinkansen et pour le transport automobile, cinq fois celui du Shinkansen

S-1. Efficacité énergétique totale :
opération, construction, maintien (kcal/passenger-km).

Planification pour un transport privé à grande vitesse

M. Cooper, Pintag <i>Texas railroad private corporation</i>	USA
M. Pintag <i>Deutsche eisenbahn consulting</i>	RFA

Introduction

Une population qui s'accroît régulièrement ainsi qu'une économie en pleine expansion font du Texas un état de plus en plus important au niveau national aussi bien qu'international. Cette expansion économique et démographique est concentrée dans ce que l'on nomme le triangle Texan, qui est situé dans la partie est du Texas, et qui est limité par les trois grands complexes urbains de Houston-Galveston, Dallas-Fort Worth, et Austin-San Antonio, tous les trois se situant parmi les dix plus grandes villes des Etats-Unis. La population du triangle Texan, de 8 millions aujourd'hui, passera, selon les estimations, à 11 millions d'ici 1990, et à 15 millions d'ici l'an 2000. D'ici l'an 2020, il devrait y avoir 20 millions d'habitants dans le triangle Texan, sur une population totale de 30 millions d'habitants au Texas, soit deux fois plus qu'aujourd'hui.

Des études économiques indiquent que 25 % du total des dépenses nationales pour l'aménagement et la recherche au cours des 20 années à venir auront lieu dans la région du triangle Texan. Une raison précise expliquant cet important développement industriel technologique futur attendu est la décision de la « Microelectronics and Computer Corporation » de placer son siège à Austin. Le facteur le plus contraignant dans ce schéma de développement est le manque de moyens de transports au sol rapides et adéquats, reliant ces zones d'industries naissantes de haute technologie.

Cet accroissement démographique et cette activité économique augmenteront le degré d'encombrement de la circulation ainsi que l'utilisation d'énergie, deux facteurs qui restreindront l'essor économique futur de la région si des solutions ne sont pas apportées. Les systèmes actuels de transport et de voyageurs et de marchandises à l'intérieur d'une même ville et d'une ville à l'autre au Texas reposent presque totalement sur les modes de transport par air et par autoroute, transports qui sont dépendants du pétrole et grands consommateurs d'énergie.

Parallèlement, les réserves de pétrole faciles à produire diminuent régulièrement dans l'état du Texas, tandis que des trains de voyageurs à grande

vitesse sont plus économes d'énergie que d'autres modes de transport, et peuvent opérer indépendamment du pétrole. Le problème de l'énergie est aggravé par le taux de circulation sur autoroute qui augmente rapidement, surtout en milieu urbain. La situation est proche du blocage total dans toutes les grandes zones urbaines du triangle Texan, car les systèmes de transports publics sont totalement inadéquats étant donné le niveau de circulation à traiter sans appui gouvernemental approprié.

Dans certains grands aéroports des villes du triangle Texan, l'utilisation en nombre limité des terrains d'atterrissage pour les vols entre états sur courtes distances peut réduire la capacité à réaliser des vols sur des distances plus grandes, qui sont plus économiques.

L'aéroport d'Austin a déjà pratiquement atteint le point de saturation, et il en sera de même pour l'aéroport de San Antonio vers la fin des années 80. L'aéroport de Houston Hobby et les installations de Dallas Love Field, conçues pour des vols journaliers sur de plus courtes distances, atteindront selon les estimations le point de saturation au cours de la période se situant entre 1990 et 1995. Parallèlement, il devient de plus en plus difficile et de plus en plus onéreux d'installer ou d'agrandir des aéroports dans ces zones urbaines, à cause de l'essor grandissant des villes.

Dans le futur, des temps de recouvrement de plus en plus longs pouvant s'étendre sur 15 ou 20 ans seront requis pour la construction ou l'agrandissement des aéroports. Des vols peu économiques de 200 miles au moins alourdiront de plus en plus un système économique conçu pour des trajets beaucoup plus longs de coûts d'exploitation optimums, et de ce fait créeront une demande inutile d'équipements de plus en plus coûteux. Si l'aéroport de Dallas-Fort-Worth devait être construit aujourd'hui à partir de zéro, son coût se monterait au double de celui de la ligne de trains de voyageurs à grande vitesse envisagée.

Au Texas, le système d'autoroutes d'état à état a une moyenne de vie de 18 ans, comparé à une vie économique de 20 ans. Le système nécessitera bientôt d'importantes augmentations de dépenses d'entretien, à cause surtout des poids lourds qui sont à l'heure actuelle de plus en plus grands. Les besoins prévus pour financer les autoroutes au Texas pour les 15 prochaines années se montent à 62 milliards de dollars, et seront dépensés essentiellement pour effectuer l'entretien et les réparations des autoroutes et des ponts déjà existants. Les zones urbaines du Texas sont de plus en plus éprouvées par des conditions de circulation qui avoisinent le blocage complet, tandis que les rues et les routes ont de plus en plus de nids de poule. Le système d'autoroutes à Houston est déjà inadéquat pour supporter le trafic urbain. On estime que tout le budget de l'état pour les autoroutes pourrait être dépensé pour le seul comté d'Harris, et il ne suffirait même pas aux besoins prévus de la circulation automobile. On évolue vers une situation analogue dans le complexe métropolitain de Dallas-Fort Worth, et on arrivera bientôt à une telle situation dans le couloir Austin-San Antonio.

I. Le réseau

Le projet de trains de voyageurs à grande vitesse du triangle Texan reliera les villes principales de la région en commençant par le couloir allant de la ville de Dallas à la ville de Houston.

Le voyage entre les deux villes durera de 90 à 120 minutes à des fréquences de 30 à 60 minutes entre 6 heures du matin et minuit. Des temps de transit maximum de 1 h 30 à 2 h sont prévus pour la liaison Dallas-Houston, avec des vitesses de train pouvant atteindre 200 miles à l'heure. Les tarifs prévus de 25 à 40 dollars actuels seraient vraisemblablement de 10 à 15 % inférieurs aux tarifs aériens à la mise en service du système.

Le réseau dans son ensemble pour le système de trains de voyageurs à grande vitesse dans le triangle Texan sera développé sur une période de 10 à 15 ans. Un deuxième couloir sera développé, basé sur une voie d'essai pour relier lola et College Station à Austin et San Antonio. Un tronçon final sera construit à partir d'Austin, qui reliera Temple, Waco, et Dallas-Fort Worth. Des temps de transit de 1 h 30 sont prévus pour aller de Houston à Austin, et de 2 h pour aller de Houston à San Antonio sur le deuxième tronçon à des intervalles de 60 à 90 minutes. Des temps de transit maximum de 2 h 30 sont envisagés pour voyager des zones métropolitaines de Austin-San Antonio à celles de Dallas-Fort Worth à des intervalles de 45 à 75 minutes, lorsque le système sera terminé.

Une partie du projet comprend la construction initiale d'une voie d'essai de 23 miles de long, partant de lola sur la ligne principale de Houston-Dallas, et arrivant à College Station. L'aménagement de cette voie d'essai sera faite conjointement avec l'université A et M au Texas, pour le premier certificat d'équipement et de formation de main-d'œuvre. Cette voie d'essai deviendra plus tard le premier tronçon de la deuxième étape du triangle Texan qui sera relié dans l'avenir avec Houston et San Antonio. Il est également prévu de placer un important centre de contrôle opérationnel et d'entretien, de formation et de recherche à l'université A et M, Texas, à College Station, ce qui ferait partie du projet, avec l'appui technique des chemins de fer Allemands. Le concept fonctionnel pour ce projet envisage l'exploitation de trains de voyageurs interurbains, reliant les villes entre elles à des vitesses pouvant atteindre 2 000 miles à l'heure sur des voies parallèles mais séparées utilisant le chemin déjà existant emprunté par le chemin de fer. Le service prévu de trains de voyageurs à grande vitesse peut être réalisé sur des voies distinctes, mais suivant le même chemin que les voies de fret déjà existantes, avec les précautions de sécurité qui s'imposent, et les critères fonctionnels et économiques propres à des chemins de fer. Les lignes ferroviaires peuvent être revalorisées et faire partie de ce projet pour fournir un service de fret à grande vitesse sur un niveau totalement séparé pour superposition intermodale, et pour d'autres circulations de fret à des vitesses atteignant 90 miles à l'heure, en même temps que le service classique de voyageurs peut être réalisé.

Le plan pour ces couloirs du triangle Texan est d'exploiter des couloirs de transports à grande capacité, très efficaces et très rentables au niveau de l'énergie, de l'information, du fret et des voyageurs. L'exploitation combinée de fret et de voyageurs sur des voies séparées mais empruntant un même chemin ferroviaire pourrait réduire substantiellement les coûts de transport par fret, l'utilisation excessive d'énergie et la consommation de pétrole, et aussi réduire le trafic interurbain des poids lourds sur ce parcours. Il en résulterait une diminution des coûts d'entretien d'autoroute sur les autoroutes interurbaines, et les passagers bénéficieraient d'encombrements réduits sur le parcours. La circulation actuelle de poids lourds se monte à 3 500-

4 000 véhicules par jour, comparée à moins de 300 wagons et conteneurs par jour acheminés par rail.

Dans un premier temps, des études ont été faites au cours de l'année passée pour déterminer l'opportunité du chemin de fer à priorité de Houston-Dallas pour un service de voyageurs à grande vitesse, par des ingénieurs des chemins de fer allemands. Les résultats préliminaires de ces études n'indiquent aucun problème technique majeur pour la mise en place d'un tel service sur ce parcours. Cependant, il sera nécessaire d'éliminer tous les passages à niveau pour des raisons de sécurité, tout le long du chemin que parcourt la voie de chemin de fer. Le service de fret par chemin de fer devra être maintenu sur la ligne, pour la plupart des clients de l'industrie, afin que les correspondances des voies de fret soient offertes pour des raisons opérationnelles. De plus, des systèmes de détection de déraillement doivent être installés pour des raisons de sécurité et, des facilités d'accès aux gares doivent être offertes aux voyageurs aux terminus et à des stations intermédiaires.

La construction de séparations par niveau entraînera une dépense importante de capitaux de 15 à 25 % du coût total du projet. Pour la seule ligne Houston-Dallas, il sera nécessaire d'installer 203 consolidations ou séparations de niveau avec des routes publiques, et 87 séparations de niveau avec les routes privées. Il sera également nécessaire de prévoir l'accès à 115 voies d'embranchement industrielles, 17 voies de garage et 5 passages à niveau, plus la reconstruction de 96 ponts, et de consolider la totalité des 123 virages.

Il y aura jusqu'à 1 000 passages à niveau publics et privés au total pour l'ensemble du triangle Texan, ce réseau devra être divisé là où un secteur public exerçant une fonction de sécurité existe déjà, pour l'état du Texas. On a besoin de l'aide de l'industrie de la construction pour faire adopter la législation qui fournira les fonds requis pour la construction séparée financée par l'Etat. Le coût estimé en capitaux pour toute séparation par niveau est de 1 à 1,5 milliards de dollars pour l'ensemble du triangle Texan, avec 0,4 à 0,5 milliard de dollars pour le seul tronçon de Dallas-Houston.

Il est important qu'un réseau de liaison assurant un service ferroviaire interurbain classique de voyageurs soit développé, pour aider à établir une base de fréquentation pour le système de trains interurbains de voyageurs à grande vitesse. Des services de voyageurs classiques peuvent être mis en place dans les couloirs Houston-Dallas et San Antonio-Laredo d'ici 1987, ainsi que dans d'autres couloirs du triangle Texan d'ici 1990. D'ici aux années 1995-2000, il serait souhaitable que soit mis en place au Texas et dans les états voisins un grand réseau de services ferroviaires interurbains et classiques pour voyageurs.

Il est important que le service ferroviaire Houston-Dallas pour voyageurs soit relié au système de trains de voyageurs circulant en ville, pour augmenter la fréquentation des trains de voyageurs, surtout aux lieux de destination. De futurs services de trains urbains de banlieue peuvent être mis sur pied, allant du nord-ouest au centre ville de Houston, de Dallas et Fort-Worth, de Dallas à Waxahachie ou Corsicana et d'Austin à San Antonio, et ils feront partie du projet global du triangle Texan. Les services ferroviaires urbains de banlieue devront fonctionner conjointement avec les services de transport métropolitains dans les grandes villes du triangle Texan. L'exploitation commune de services de trains de voyageurs interurbains à grande vitesse

et de trains de voyageurs de banlieue est possible le long d'un même chemin ferroviaire avec un financement des services offerts partagé entre les compagnies de chemins de fer interurbains privés et les organisations publiques de transports urbains.

Il est également nécessaire de fournir des liaisons avec les autres modes de transport urbains et interurbains de façon efficace, pour stimuler le mouvement du trafic et la fréquentation du système global. Il devra nécessairement y avoir des possibilités de parking suffisantes qui devront être situées aux gares avec accès facile aux routes, rues, autoroutes et « free-ways » en zones urbaines. Il sera également nécessaire de fournir des moyens d'accès des lignes de chemin de fer à grande vitesse vers les principaux aéroports régionaux pour obtenir un flux de circulation maximum avec le minimum d'embouteillages et de retards. Il est souhaitable de relier les chemins de fer à grande vitesse aux grands aéroports urbains à Houston, Dallas et San Antonio dans le triangle Texan, qui seraient similaires à ceux qui sont actuellement en usage en Allemagne pour faciliter la liaison entre voyages sur courtes distances en chemin de fer et voyages par avion sur longues distances.

On prévoit d'augmenter les activités commerciales en plus des services de voyageurs à grande vitesse, pour améliorer la viabilité économique du projet. En plus de l'exploitation des services ferroviaires interurbains classiques de voyageurs et des services de trains urbains de banlieue, il y a le transport de paquets en express, les services de frêt classiques et intermodal, le transport de charbon sur grandes distances, les télécommunications utilisant les fibres optiques, la transmission et la production d'énergie électrique, plus le développement de biens immobiliers résidentiels, industriels et commerciaux. Ces activités commerciales supplémentaires auront pour effet de stimuler et de fixer le flux de bénéfices et d'argent au cours de la construction du système ferroviaire à grande vitesse pour voyageurs.

On prévoit de produire de l'énergie électrique et la transmission de cette énergie vers le projet de chemins de fer voyageurs à grande vitesse entraînera de substantiels avantages potentiels. Le projet, une fois réalisé, deviendrait important consommateur d'énergie électrique, suffisant pour justifier la construction d'une centrale électrique. Si la centrale était à charbon, le charbon pourrait être acheminé par la même ligne mais sur des voies séparées, parallèles à celles des trains de voyageurs à grande vitesse, et ceci améliorerait l'aspect économique du projet dans son ensemble.

Le transport du charbon par ligne de chemin de fer augmenterait beaucoup le trafic de frêt circulant par le couloir interurbain Houston-Dallas. Le mouvement intermodal de trailers et de conteneurs augmenterait aussi de façon non négligeable la quantité de trafic de frêt sur la ligne en question. Le trafic du charbon et le trafic intermodal pourraient tous deux se dérouler de nuit, afin d'équilibrer les autres flots de trafic de frêt, afin également de niveler les fluctuations de demandes d'énergie électrique. On pourrait prévoir également de faire rouler les trains-poste durant la nuit, de façon à accroître la quantité, le trafic et la consommation d'électricité durant les périodes de charge électrique minimum.

Il est particulièrement important de coordonner la planification et la coordination de l'exploitation des trains de voyageurs et des trains de frêt, selon les fluctuations de la demande en électricité, tout en acheminant le charbon

durant les heures qui permettent d'augmenter l'utilisation des lignes durant les heures creuses de consommation. Le charbon peut lui-même devenir source d'énergie pour faire avancer les trains, en même temps qu'il sera une source importante de production électrique pour le chemin de fer. La demande en électricité pour faire avancer les trains de voyageurs et les trains de fret sur des lignes électrifiées aura un effet double sur les caractéristiques de la répartition de la charge des services électriques en question. Les trains de voyageurs auront tendance à accroître la demande en électricité durant les heures de pointes, le matin et le soir, alors que le trafic de fret pourra avoir lieu sur la nuit.

II. Evolution

A l'origine, notre compagnie a été créée dans le but d'exploiter un service de trains de voyageurs à grande vitesse, dans le triangle Texan entre Houston-Galveston, Dallas-Fort Worth et San Antonio-Austin. Notre premier effort s'est porté plus particulièrement sur le couloir interurbain Houston-Dallas, pour lequel nous avons signé un contrat avec les dirigeants des chemins de fer de Rock Island, pour acheter la moitié de parts qu'ils détenaient sur la ligne de chemin de fer entre Houston et Dallas dans la « Joint Texas Division », et qui se montait à 17,5 millions de dollars. Ce contrat a été récemment prolongé jusqu'au 31 décembre 1984, par le tribunal de commerce fédéral à Chicago.

Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas ont fait une première projection des taux de fréquentation du marché entre Houston et Dallas sur une période donnée. Ces résultats sont en grande partie similaires à des estimations antérieures faites par nous, et montrent des taux de fréquentation, se situant entre 8 000 et 11 000 voyageurs par jour en 1988, qui augmentera pour atteindre 12 000 à 18 000 voyageurs par jour, avec la distribution modale approximative suivante : 70 % des voyages seront effectués en automobile, 28 % en avion, 2 % en car et 0 % en train. Des études similaires seront effectuées ultérieurement pour d'autres couloirs du triangle Texan.

Nous travaillons en étroite collaboration avec la compagnie Siemens d'Allemagne de l'Ouest, pour organiser et diriger un consortium de compagnies allemandes et américaines afin de développer en exclusivité totale le projet de chemins de fer de voyageurs à grande vitesse du triangle Texan. Nous envisageons d'utiliser pour ce projet la nouvelle technologie allemande ICE pour les trains à grande vitesse sur rails classiques, à des vitesses pouvant atteindre 200 miles à l'heure. Cet accord nécessite la conduite d'études de faisabilité, le financement et la fabrication du projet se faisant sur une base totalement exclusive.

Les chemins de fer allemands ont accepté d'examiner la possibilité de fournir le matériel roulant pour des services provisoires de voyageurs classiques dans quelques couloirs d'ici 1987, 1988, ce qui peut inclure les couloirs de Houston-Dallas, San Antonio-Laredo et San Antonio-Austin-College Station. Les chemins de fer allemands acceptent de fournir des conseils d'experts pour faire des études de faisabilité de chemins de fer de voyageurs à grande vitesse pour les couloirs mentionnés ci-dessus et pour d'autres couloirs, ainsi que la formation du personnel pour l'exploitation de ce chemin de fer, ainsi que l'assistance technique chaque fois que celle-ci sera nécessaire. Il

est prévu de désigner « Texas A et M university » pour être le centre principal de recherche de formation, d'entretien et de contrôle de fonctionnement pour le système de trains de voyageurs à grande vitesse dans le triangle Texan.

III. Situation économique

Le coût total en capital pour tous les aspects du tronçon Houston-Dallas pour le projet de trains de voyageurs à grande vitesse du triangle Texan est estimé entre 1,5 et 2 milliards de dollars. Le coût total en capital pour installer les lignes de trains de voyageurs à grande vitesse le long des trois tronçons du triangle Texan est estimé dans un premier temps entre 4,5 et 6,5 milliards de dollars, comme le montre la table 1. Ces coûts sont rapportés en dollars constants de 1984, selon les évaluations faites par nous au début pour le segment Houston-Dallas de 240 miles, et pour le système complet du triangle Texan de 480 à 710 miles de long.

La distribution des coûts en capital pour le projet est la suivante : les dépenses les plus grosses nécessaires au projet sont les coûts de construction civile pour les voies et les fabrications, plus les séparations en réseaux et l'installation de ponts. Ces coûts de construction civile constitueraient de 60 à 70 % du coût total direct en capital, non compris les paiements d'intérêts de construction provisoire qui s'élèvent de 11 à 13 % du total. L'acquisition de matériel roulant au début ne constituera que, environ 10 % du coût total en capital du projet.

Il est prévu de financer le projet entier avec des sources exclusivement privées sans aucune subvention directe des fonds gouvernementaux fédéraux ou de l'état du Texas. Les exceptions possibles sont la construction de séparations par niveaux avec des obligations d'état financées par un impôt sur les billets, et la construction d'une ligne en zone urbaine avec un financement à la fois privé et du district urbain de transit. Des pourparlers préliminaires ont lieu avec des firmes d'investissement pour organiser les contrats.

Il est prévu que le financement de la dette par des crédits à l'exportation, par des obligations sur le revenu et par des obligations en commun, devrait fournir 65 à 75 % du total requis, avec 25 à 35 % d'actions cotées en bourse, comme on le voit dans la table 2.

Les évaluations initiales du cash flow pour le projet ont été faites pour le seul tronçon Houston-Dallas, basé sur les coûts opérationnels prévus pour la fréquentation et sur les mécanismes financiers attendus, comme nous les avons décrits plus haut. Les prévisions en matière de revenus ont été basées sur le prix du ticket à l'unité, de 0,20 dollar à 0,25 dollar par mille effectué par un voyageur avec des coûts opérationnels directs au démarrage de 0,03 à 0,04 dollar par mille. Ces coûts opérationnels directs pour la main-d'œuvre, l'énergie et l'entretien ne constituent que 5 à 10 % du système complet des coûts opérationnels ; le remboursement de la dette elle-même ainsi que des intérêts étant l'objet de dépense principal. Des évaluations similaires seront faites ultérieurement pour d'autres couloirs du triangle Texan.

Les résultats de l'analyse initiale du cash flow indiquent un taux interne de rapport de l'investissement de capitaux se situant dans la tranche de 15 à

20 % par an avec la période de remboursement du projet s'étalant sur 11 à 14 ans après le début des études. On arrive à un cash flow positif après 3 à 4 années d'exploitation, si l'on se base sur une durée de construction de 3 ans. Le fait que le service de fret à grande capacité soit situé sur le chemin ferroviaire, l'usage d'un service provisoire de voyageurs, de fibres optiques pour les télécommunications, de production d'énergie électrique et de transmission, amélioreront considérablement le cash flow du projet et le taux de rapport de l'investissement, de l'ordre de 20 à 25 % par an, lorsque ces améliorations seront mises en place conjointement avec le service de voyageurs ferroviaire interurbain à grande vitesse.

Un travail supplémentaire considérable est nécessaire pour quantifier tous les paramètres économiques liés à la totalité des divers aspects du système de trains de voyageurs à grande vitesse dans le triangle Texan, il faut aussi tenir compte des activités commerciales liées au nouveau système.

Le coût total en capital du système de trains de voyageurs à grande vitesse pour le seul couloir Houston-Dallas est estimé entre 1,2 et 1,5 milliards de dollars pour les voies de trains de voyageurs, entre 0,2 et 0,3 milliards de dollars pour le changement de l'emplacement et la reconstruction de la voie de fret actuelle en l'améliorant de façon à ce qu'elle corresponde aux critères requis pour les trains lourds qui transportent le charbon, et aux trains intermodaux rapides. La construction d'une seconde voie de fret, en plus de la première voie de fret et des deux voies de voyageurs, élèverait le coût total à la somme de 2 à 2,5 milliards de dollars, une partie de ce coût pourrait être considérée comme faisant partie du système de distribution du charbon pour les centrales de la région, ainsi que pour l'exportation.

La création de revenus pour le projet est un autre point très important. Les revenus durant la première année provenant de la vente des tickets de voyageurs suite à l'exploitation des trains de voyageurs à grande vitesse, sont estimés au début entre 150 et 200 millions de dollars par an d'ici 1990, ils augmenteraient d'ici l'an 2000, entre 550 et 600 millions de dollars. Les revenus supplémentaires résultant de l'exploitation du système de télécommunication par fibres optiques pourraient devenir très importants au cours des premières années du projet, tandis que la construction a lieu. Les effets des revenus créés par le transport du charbon et le mouvement de fret intermodal pourraient devenir très importants pour la création de revenus provisoires durant la période de construction, et pourraient devenir encore plus importants après le démarrage du projet, ils pourraient provenir surtout de déplacements de charbon à grande échelle vers des centrales qui devront être situées le long des lignes de chemin de fer sur lesquelles les trains à grande vitesse fonctionnent. La vente de l'électricité créée par la combustion de ce charbon pourrait également aider le projet sur le plan économique, si l'électricité est produite dans le but secondaire d'être vendue.

Le projet de trains de voyageurs procurera de nombreux avantages économiques et autres à la Nation et à l'état du Texas (voir table 3). Le projet créera, directement ou indirectement, 5 000 et 15 000 nouveaux emplois au Texas durant les 5 à 15 années nécessaires à la construction, plus 1 000 à 2 000 emplois directement ou indirectement liés au projet, une fois la mise en service commencée. Le projet de trains de voyageurs à grande vitesse du triangle Texan augmentera les revenus directs et indirects des gouvernements de l'état du Texas, locaux et du gouvernement fédéral. Les revenus seront de 60 à 100 millions de dollars par an et proviendront de ventes,

de permis, de revenus, de recettes d'impôts indirects et d'impôts fonciers, ceci n'entraînant aucune demande de subventions du Trésor Public à l'échelon fédéral ou à l'échelon de l'état du Texas.

Des économies substantielles de coûts de transport pour les voyageurs résulteraient du projet, elles proviendraient de billets moins chers, et de temps de transport réduits. Des coûts inférieurs de transport par frêt résultent également de très grandes vitesses utilisant les mêmes chemins que les services de voyageurs. Grâce à ce projet, des économies de pétrole substantielles résulteront du fait de l'électrification, ce qui réduira les déficits de la balance des paiements et la balance commerciale.

En plus des gains accrus résultant d'impôts dont nous venons de parler, d'autres avantages économiques particuliers à l'état du Texas résulteront de ce projet. Il y aura une réduction du temps de voyage du personnel employé par l'état du Texas, donc un besoin moindre en hébergement de nuit, du fait des voyages plus rapides. Les coûts d'entretien des autoroutes pourraient être réduits, à cause de la circulation moindre d'automobiles et surtout de poids lourds, ainsi qu'une diminution nette des embouteillages des axes routiers en ville et autour des villes.

Le projet de trains de voyageurs à grande vitesse du triangle Texan aura pour conséquence un important développement économique des couloirs interurbains dans lesquels passent les lignes de chemin de fer, et dans les gares situées en ville, ainsi qu'aux points terminaux. Le projet entraînera la mise en valeur de l'immobilier, du commerce et de l'industrie, là où il sera possible d'habiter loin des centres urbains, et de bénéficier de temps de transport commodes et rapides. De plus, les terres arables peuvent être préservées pour être cultivées, en concentrant le développement de la population le long des couloirs.

Il est possible que l'état du Texas aide le projet du train de voyageurs à grande vitesse du triangle Texan. L'émission d'obligations sur le revenu sous les auspices du public pour la construction de différents niveaux sur les autoroutes (passages au-dessus des voies et en-dessous des voies) serait bénéfique au projet, en procurant un financement avantageux non imposable, pour la majeure partie du projet.

L'appartenance de la ligne en commun avec l'Etat pourrait diminuer les charges fiscales de conseils pour le transit des voyageurs par chemin de fer, et fournir également une source d'obligations achetables par le public.

Un investissement commun, public et privé, dans les installations des voies de chemin de fer, serait favorable surtout pour les tronçons de ligne du train à grande vitesse qui sont en zone urbaine. Les transports en zone urbaine utilisent généralement les mêmes voies que les trains interurbains, si bien qu'il serait possible d'utiliser des fonds d'état ou locaux pour la construction de segments urbains. La mise en service de trains de banlieue sur ces lignes sous contrat de services pour le transit urbain, utilisant des fonds locaux et de l'état du Texas, serait également bénéfique et n'impliquerait pas une charge financière énorme à une compagnie privée.

Le gouvernement fédéral peut lui aussi fournir une aide au projet de trains de voyageurs à grande vitesse. L'aide la plus importante consisterait à une politique d'impôt favorable au niveau de crédits d'investissement, des possibilités de leasing sûres et des autorisations de dépréciation peuvent être

extrêmement bénéfiques, car elles rendraient ces opérations attirantes ; il peut aussi y avoir des subventions pour soutenir les études de faisabilité et de conception du projet. L'apport de fonds fédéraux pour la construction de séparations par niveaux constituerait une aide précieuse à ce projet. L'assurance de la dérégulation des prix pour fournir des réponses compétitives sans avoir besoin du statut de quasi-utilité est également important pour les trains à grande vitesse.

Aucun subside direct ne sera requis pour le projet, à aucun niveau du gouvernement des Etats Unis, puisque l'on prévoit que le projet sera rentable, à l'exception de la séparation par niveaux et du transit urbain. Des lignes interurbaines de voyageurs semblables existent, et sont rentables, en Allemagne, en France et au Japon. Les opérations interurbaines de voyageurs sont généralement les seules parties qui sont rentables, sur les chemins de fer nationaux, ces chemins de fer sont par ailleurs en déficit.

Il est essentiel qu'aucune opération de chemin de fer urbain de banlieue ne fonctionne directement sans aide, conjointement avec les chemins de fer de voyageurs à grande vitesse, de façon à en assurer la rentabilité. Il est également essentiel que la commission des Chemins de Fer texans autorise une politique de tarification des tickets qui soit raisonnable et dérégulée, pour rendre rapidement possible l'aptitude des chemins de fer à concurrencer dans le futur les lignes aériennes et les lignes de car, et pour assurer un taux de profit adéquat et satisfaisant, qui attirera les éventuels étrangers investisseurs provenant du secteur public et des pays étrangers. Il est également essentiel que la commission des Chemins de Fer texans permette une politique de tarification.

La planification du projet initial suit son cours pour le développement du service interurbain de voyageurs à grande vitesse dans le triangle Texan. Le service initial est prévu pour les couloirs interurbains Houston-Dallas d'ici 1990-1992, avec l'extension ultérieure du projet au couloir Houston-San Antonio d'ici 1993-1995, et Dallas-San Antonio d'ici 1997-2000. Dans les couloirs, les estimations envisagent tout d'abord un service de voyageurs provisoire pendant 3 à 5 ans, suivi d'un service de voyageurs à grande vitesse. Des services urbains de banlieue seront assurés et desserviront des lieux appropriés sur les mêmes lignes que celles qui desservent les trains de voyageurs à grande vitesse.

Les services de trains de voyageurs à grande vitesse prévus fonctionneront sur des voies classiques séparées utilisant un chemin commun avec des services de fret, avec des séparations totales par niveaux avec les routes privées et publiques qui existent. Des services interurbains de trains de voyageurs à grande vitesse seront assurés entre les points urbains terminaux du triangle Texan, à une vitesse de 200 miles à l'heure, avec des temps de transit de 1 h 30 à 2 h 30 espacés de 30 à 90 minutes. Il est prévu que les tarifs des chemins de fer à grande vitesse se situeront dans une tranche allant de 25 à 55 dollars, avec des tarifs de 10 à 15 % inférieurs aux tarifs offerts actuellement par les compagnies aériennes pour les voyages d'un état à l'autre.

Notre compagnie a déjà passé des accords avec la compagnie Siemens d'Allemagne de l'Ouest pour mettre sur pied et diriger un consortium de compagnies allemandes et américaines pour évaluer, concevoir, construire et aider au financement du projet pour un train de voyageurs à grande vitesse,

sur une base totalement exclusive utilisant la technologie allemande ICE. Un accord a été passé pour acheter l'ancienne ligne de chemin de fer « Rock Island » entre Houston et Dallas au Texas, à condition de pouvoir obtenir un financement.

Des études à propos de la fréquentation ont été faites pour le couloir interurbain Houston-Dallas, par Parsons Brinckerhoff Quade et Douglas. Des études de faisabilité sont faites en ce moment par les services d'experts des chemins de fer allemands, ainsi que d'autres organisations. On prévoit d'installer un grand centre de recherches, de formation, d'entretien et de contrôle de fonctionnement à l'université A et M au Texas, à College Station.

Le coût prévu en capitaux pour le projet dans son ensemble se monte entre 1,5 et 2 milliards de dollars pour le seul couloir interurbain Houston-Dallas, et entre 4,5 et 6,5 milliards de dollars pour l'ensemble du projet du triangle Texan. Des analyses portant sur le cash flow initial indiquent un taux de rentabilité interne de l'investissement entre 15 et 20 % par an. On prévoit que le remboursement du projet durera entre 11 et 14 ans, avec un taux de financement optimum de la dette se situant entre 4 et 5.

La situation économique générale du projet est considérablement améliorée par les revenus provisoires et supplémentaires créés, en plus de la mise en œuvre du chemin de fer de voyageurs à grande vitesse. Ces activités comprennent un service de fret intermodal et classique, le transport de charbon, les télécommunications par fibre optique, la production d'essence et de gaz ainsi que le développement de l'immobilier.

Des services provisoires classiques de trains de voyageurs seront mis en place entre les villes principales du triangle Texan à long terme. Un réseau fournissant de services de trains urbains de banlieue est prévu ; il devra être coordonné avec les services de trains à grande vitesse. L'objectif ultime du projet de chemin de fer pour voyageurs à grande vitesse du triangle Texan, est le développement de couloirs à grande capacité, sources importantes de revenus et très rentables pour la circulation d'énergie, d'information, de fret et de voyageurs entre les différentes villes de ces couloirs.

**Tableau 1. Estimation initiale du coût en capitaux pour le projet de train de voyageurs
à grande vitesse dans le triangle Texan**

Eléments de coût	Coût en capitaux - Millions de dollars	
	pour Houston-Dallas	pour l'ensemble du triangle Texan
Opération initiale	15-45	50-100
Etudes de faisabilité et conception	10-15	25-50
Acquisition des terrains	25-40	50-100
Installation de la voie et des fondations	500-700	1 700-2 500
Séparation par niveaux et ponts	350-400	1 000-1 500
Installations électriques	200-250	600-750
Signalisations et communications	80-130	200-250
Installations annexes	20-50	75-100
Acquisition de matériel roulant	100-150	300-400
Intérêts sur la construction	200-250	500-750
Coût total	1 500-2 000	4 500-6 500

Base : 1984 valeurs en dollars constants.

Tableau 2. Sources de financement pour le projet de trains de voyageurs à grande vitesse du triangle Texan

Mécanisme du financement spécifique	Coût en capitaux	
	pour Houston-Dallas	pour l'ensemble du projet
Financement par actions cotées en bourse	50-100	100-150
par actions privilégiées	250-350	900-1 350
par émissions d'actions ordinaires	350-450	1 000-1 500
Financement de la dette : crédits à l'exportation	300-400	1 000-1 500
obligations sur les bénéfices	350-400	800-1 200
prêts bancaires	200-250	700-800
obligation en commun	150-350	700-1 000
intérêts sur la construction	200-250	300-500
Financement total de la dette	200-1 550	3 500-5 000
Total pour le projet	1 500-2 000	4 500-6 500

Pour base : valeurs en dollars constants de 1984.

Tableau 3. Récapitulation des profits directs et indirects réalisés pour le Texas et l'économie nationale résultant de la mise en service de trains de voyageurs à grande vitesse dans le triangle Texan

Profits spécifiques	Profit économique - Millions de dollars 12 ans	
	pour Houston-Dallas	pour le triangle Texan
Salaire pour tous les ouvriers de la construction	525	1 150
Gains sur les billets de voyageurs.....	70	155
Gains de temps pour les hommes d'affaires	145	325
Gains sur les transports par fret.....	135	200
Balance des paiements	10	35
Réduction du déficit	75	175
Entretien d'autoroute		
Réduction des coûts.....	25	55
Gains sur les voyages effectués par les employés de l'état du Texas.....	1	3
Réduction du coût du transport du courrier	2	5
Accroissement des ventes d'électricité	10	25
accroissement des ventes d'équipement.....	150	400
Augmentation des impôts sur le revenu :		
taxes fédérales	100	215
taxes de l'État.....	60	140
taxes locales	80	220
Phase de construction	675	1 550
Phase d'exploitation.....	718	1 658

Notes :

(1) Les chiffres sont calculés en dollars constants de 1982.

(2) Extrait du *Rapport du Comité pour étudier les services de trains de voyageurs au Texas pour l'assemblée de représentants du Texas*. Représentant Al Edwards, président, janvier 1983.

M. Lukasiewicz
*Carlton University,
Ottawa*

CANADA

Introduction

Le terme « train à grande vitesse », tel qu'il est défini ici, se rapporte aux systèmes des trains dont la vitesse moyenne est supérieure à 160 km/h, performance qui requiert une capacité de vitesse maximale allant au-delà de 200 km/h. L'ère de ce transport ferroviaire à grande vitesse avait commencé en 1964 avec l'inauguration au Japon du service du « bullet-train » Shinkansen. Dix-sept ans plus tard le train à grande vitesse fait son apparition en Europe avec l'ouverture, en septembre 1981, du TGV (Train à Grande Vitesse) sur la ligne Paris-Lyon.

Jusqu'à présent ces entreprises n'ont pas connu d'équivalent en Amérique du Nord où le train de voyageurs traditionnel et lent, tel qu'exploité par Amtrak aux Etats-Unis et par Via Rail au Canada, continue à attirer très peu de clientèle, cause d'exorbitantes pertes et absorbe proportionnellement de larges subventions (ces dernières se situent à un niveau de plus de 150 % aux Etats-Unis, de 300 % au Canada ; Lukasiewicz, 1979, 1982, 1983). Cependant, vu le succès et le profit remportés par les opérations des trains à grande vitesse au Japon et en France et grâce aux efforts de marketing considérables déployés par ces pays, les trois dernières années ont démontré une croissance rapide d'intérêt pour le transport ferroviaire interurbain à grande vitesse en Amérique du Nord.

I. Le train à grande vitesse - Etudes en cours

C'est le succès remporté par le train Shinkansen qui est en large partie responsable de l'accroissement d'intérêt pour le train à grande vitesse aux Etats-Unis.

La législation approuvée en 1980 a autorisé Amtrak à faire une enquête sur le potentiel ferroviaire dans 23 corridors interurbains. Le Joint Economic Committee of US Congress a recommandé par la suite un développement

du système de lignes ferroviaires exclusivement à l'usage des trains à grande vitesse.

En septembre 1983, la première conférence nord-américaine consacrée au transport ferroviaire à grande vitesse a été convoquée par le Railway Progress Institute à Washington, DC. La rencontre a démontré que le potentiel du train à grande vitesse comme moyen de transport interurbain est reconnu dans les milieux industriel, gouvernemental, financier et juridique. Ladite réunion a également offert la possibilité de réviser et de discuter des projets américains en étude concernant le secteur du transport ferroviaire à grande vitesse.

Une des premières compagnies qui en Amérique du Nord a procédé à l'étude du potentiel du système des trains à grande vitesse fut Northrop Corp. Leur projet de grande étendue envisageait la mise sur pied d'un vaste réseau national des lignes à grande vitesse.

En Ohio, le Rail Transportation Authority a élaboré des plans de développement du système ferroviaire à grande vitesse. Ces activités ont été élargies en 1981 de façon à y inclure d'autres états : Illinois, Indiana, Michigan et Pennsylvanie afin de créer un réseau ferroviaire plus large. L'Interstate High Speed Rail Compact a été établi comme un organisme représentant en même temps des intérêts privés et publics. Cependant, le référendum organisé dans le but de recueillir un montant nécessaire pour financer la construction de la voie ferroviaire à grande vitesse n'a pas reçu l'assentissement des électeurs en novembre 1982.

La mise en service des trains à grande vitesse sur la ligne de 560 km entre Philadelphie et Pittsburgh reste toujours à l'étude à partir d'août 1983. Un groupe de spécialistes de Milwaukee travaille de concert avec le ministère du Transport sur les plans de construction du corridor ferroviaire à grande vitesse entre Chicago et Milwaukee ; la compagnie Budd Co. (contrôlée par les intérêts allemands) a un contrat pour effectuer une étude visant à construire une voie ferroviaire de Maglev entre ces deux villes.

En Floride, le comité du Transport Ferroviaire à Grande Vitesse a été créé en vue de promouvoir la réalisation d'un réseau de 500 km de nouvelles lignes de trains unissant Miami, Orlando et Tampa (les aéroports inclus). Selon les prévisions, les travaux auraient dû commencer en 1985.

Au Texas est également à l'étude un projet de construction d'une voie ferroviaire à grande vitesse entre Houston et Dallas.

La ville de Las Vegas au Nevada planifie la réalisation d'une voie de transport ferroviaire super-rapide dans la direction de Los Angeles (Budd, 1983). Selon les estimations de Budd Co., le système des trains à grande vitesse (le temps d'un voyage étant de 2 h 15) n'est pas financièrement rentable, tandis que le système des trains Maglev, encore plus rapides (1 h 15) offre cet avantage. Le coût de construction a été évalué pour les deux cas comme étant le même, pourtant la capacité du système Maglev est double. L'étude a été basée sur les données obtenues durant l'utilisation du prototype allemand du train Maglev.

La distance de 370 km peut être parcourue par les trains Maglev à la vitesse moyenne de 300 km/h. Le coût total du projet a été évalué à 1,9 milliards \$ (calcul basé sur la valeur du dollar de 1982) couvrant une période de construction et de développement de 9 ans.

Le projet lancé par l'American High Speed Rail Corporation et visant l'installation du train Shinkansen entre Los Angeles et San Diego est un des projets les plus avancés de ce genre.

En 1981 les chemins de fer japonais ont commencé des études de praticabilité uniquement pour des lignes des « bullet-trains » aux Etats-Unis. Les quatre voies suivantes ont été sélectionnées en tant que trajets les plus avantageux : Los Angeles - San Diego, Dallas/Fort Worth - Houston, Miami - Orlando - Tampa et Chicago - Detroit. Amtrak s'attend à ce que les « bullet-trains », se déplaçant à la vitesse de plus de 260 km/h, opèrent avantageusement dans ces corridors ferroviaires de grande densité.

En avril 1982, l'American High Speed Rail Corporation a été créée afin de développer et de mettre en opération le service de transport rapide de passagers initialement entre Los Angeles et San Diego, et plus tard sur les trois autres trajets.

La ligne de 210 km entre Los Angeles et San Diego devrait coûter 3,1 milliards \$. La compagnie First Boston Corporation de New York, conseiller financier pour le projet, a déclaré la faisabilité de cette entreprise et la possibilité de son financement par le marché privé d'investissement. On s'attend à ce que les « bullet-trains » attirent 12 % de la circulation dans ce corridor.

Et si ces attentes se concrétisent, le premier Shinkansen américain sera sans aucun doute implanté dans d'autres corridors ferroviaires.

Les prévisions optimistes pour ce qui est de la viabilité du projet de voie ferroviaire Los Angeles - San Diego ont rencontré de sévères critiques (Richmond, 1983). Il a été souligné qu'en majeure partie le trafic escompté est composé de courts déplacements locaux, genre de voyages qui peuvent être effectués avec plus de commodité, en moins de temps et à un prix moins élevé par une auto ; par ailleurs seulement 11 % de ces voyages seraient entrepris entre Los Angeles et San Diego. De plus, le coût total prévu du projet a été mis en doute. Il semble que le projet Los Angeles-San Diego se soit retrouvé dans une impasse et devra être réévalué avant qu'un financement approprié lui soit accordé.

Au Canada, une enquête approfondie de trois options ferroviaires à grande vitesse dans le corridor Toronto - Ottawa - Montréal a été effectuée en 1980 par le Canadian Institute of Guided Ground Transport (CIGGT, 1980).

Une expertise économique a démontré qu'un train à grande vitesse (260 km/h) est hautement souhaitable et utile en dépit du coût d'investissement prévu de 1,5 milliard \$ (en dollars de 1980).

L'étude entreprise par le CIGGT en 1980, commanditée par le gouvernement, est passée sous silence et ses recommandations ont été ignorées.

Une étude similaire a été menée par Via Rail en 1981 en coopération avec un groupe de consultants venant du « Canadien Pacifique », « Canadien National » et des compagnies des chemins de fer britanniques, françaises et japonaises (Via Rail, 1984). Le coût de cette voie électrifiée, qui permettrait d'atteindre la vitesse de 300 km/h et qui unirait Toronto, Ottawa et Montréal, a été évalué à un montant de 2,1 milliards \$ (en dollars de 1983). Une fois réalisée en 1985, la voie ferroviaire attirerait 4 millions de passagers par an ; en l'an 2018, le trafic s'élèverait à plus de 7 millions. Les données statistiques

indiquent qu'aux environs de l'an 2018 et en comparaison avec le système actuel des services de Via Rail qui continueraient à fonctionner, le déficit aurait été réduit de 554 millions \$ à 143 millions \$.

Même si les dernières estimations paraissent moins optimistes que les données de 1980, elles indiquent pourtant clairement la nécessité de mettre au rancart le désuet en faveur du moderne. Cependant, le gouvernement canadien, comme cela a été le cas de l'étude de 1980, s'abstient d'endosser ou même de se prononcer au sujet des résultats de recherches de 1984.

La seule autre récente initiative canadienne s'intéressant à l'augmentation des vitesses des trains est la proposition de M. J. Drapeau, maire de Montréal, il s'agit de son projet visant à instaurer un service ferroviaire à grande vitesse entre Montréal et New York (605 km), service de 3 h 15 qui opérerait à la vitesse moyenne de 185 km/h. Ce voyage dure actuellement 9 h. Le projet en question fait partie d'une étude subventionnée par la province de Québec, les états de Vermont et de New York et est aussi soutenu financièrement par le gouvernement fédéral des Etats-Unis.

II. Problèmes et perspectives

Il n'y a pas beaucoup de technologies qui seraient entièrement étrangères au continent nord-américain, mais le transport ferroviaire à grande vitesse appartient à cette unique catégorie. Comme cela a été mis en valeur par L. Fletcher Prouty (1983, 1984), il n'y a aucun groupe de spécialistes, parmi ceux qui sont impliqués en Amérique du Nord dans la promotion des techniques propres au transport ferroviaire à grande vitesse, qui ait une compréhension adéquate de la complexe technologie et du potentiel commercial de ces trains modernes, il n'y a pas non plus d'organisme qui puisse compter sur un personnel compétent. Les enthousiastes, devenus commanditaires de ce genre d'entreprises, sont obligés de recourir aux services d'organismes consultatifs afin de soutenir les activités dans ce domaine. Ces personnes, qui manquent d'expérience, ne sont pas qualifiées pour élaborer de projets réalistes. Ceci constitue par ailleurs un problème, le plus sérieux auquel les initiatives, promouvant le transport ferroviaire à grande vitesse, doivent faire face.

Le projet de la voie ferroviaire à grande vitesse Los Angeles-Las Vegas préconise l'application de la technologie améliorée du train Maglev. L'extrapolation de cette expérience, très limitée en soi, à une grande échelle d'opérations n'est pas susceptible de produire des résultats satisfaisants. Ces deux projets (celui de la ligne Los Angeles-Las Vegas et celui de la ligne Los Angeles-San Diego) semblent s'appuyer sur des estimations de trafic exagérées.

De plus, l'emploi des technologies différentes dans les deux cas empêcherait de tirer certains avantages économiques qu'on aurait pu atteindre si l'on s'était servi du même système sur les deux lignes.

L'impact économique et social exercé par le transport ferroviaire à grande vitesse est en général mal évalué en Amérique du Nord. Et comme les projets de développement des chemins de fer à grande vitesse sont encore pris en considération, leur viabilité commerciale, amplement démontrée au Japon et en France, est toujours mise en doute.

Vu cette évaluation du potentiel offert par le système ferroviaire à grande vitesse, il existe un danger, comme cela a été souligné par L. Fletcher Prouty (1983, 1984), qu'en Amérique du Nord, les contrats d'études de la rentabilité des voies ferroviaires à grande vitesse, ayant déjà englouti des millions de dollars, deviennent une industrie à part, avec ses propres structures, qui s'emparerait de tous les fonds disponibles.

Comme ceci a été énoncé par le « Joint Economic Committee of US Congress », le développement des corridors ferroviaires à grande vitesse aux Etats-Unis est une responsabilité du secteur privé ; on ne s'attend donc pas à ce que les gouvernements fédéral et provinciaux s'impliquent financièrement dans le développement de cette industrie, comme c'était le cas des modèles français et japonais. Tout succès de ce genre d'entreprises dépend en Amérique du Nord plutôt de la capacité d'exploitation de la technologie étrangère des trains à grande vitesse par le secteur privé en collaboration avec le secteur public.

Remerciements

L'auteur tient à exprimer sa reconnaissance à M. L. Fletcher Prouty pour sa contribution dans l'évaluation des projets nord-américains de développement du transport ferroviaire à grande vitesse.

Bibliographie

- Budd, *Las Vegas to Los Angeles high speed/super speed ground transportation system feasibility study*, Executive Summary, 27 January, 1983, The Budd Company Technical Centre, Fort Washington, Pa., 29 pp.
- CIGGT, *Alternatives to air : a feasible concept for the Toronto-Ottawa-Montreal corridor*, Report n° 80.4, Canadian Institute of Guided Ground Transport, Queen's University, Kingston, Ontario, 681 pp., July, 1980.
- Lukasiewicz, J., Public policy and technology, passenger rail in Canada as an issue in modernization, *Canadian Public Policy*, 4, 518-532, autumn, 1979.
- Lukasiewicz, J., Passenger rail policy : A \$ 2 Billion Fiasco, *Canadian Public Policy*, 8 (3), 374-378, summer, 1982.
- Lukasiewicz, J., *Passenger rail in North America in the light of developments in Western Europe and Japan*, World Conference on Transport Research, Hamburg, W. Germany, 26-29 April, 1983, Preprint, 14 pp.
- Prouty, Fletcher, L., Why our high speed projects never reach take-off, *Railway Gazette International*, November, 1983, pp. 863-866.
- Prouty, Fletcher L., Private communication.
- Richmond, J., *Slicing the cake - the case for a Los Angeles-San Diego Bullet-train service*, Woodrow-Wilson School of Public and International Affairs, Princeton, N.J., 1983, 126 pp.
- Via Rail, *High-Speed Passenger Rail in Canada*, Summary Report, Via Rail Canada Inc., 51 pp. February, 1983.

Les « effets de réseau » des trains à grande vitesse

MM. Dupuy, Ribeill, Savy
Ecole nationale des ponts et chaussées

FRANCE

Introduction

Un des traits essentiels de l'évolution des systèmes de transport terrestre de voyageurs dans les pays techniquement les plus avancés est, depuis deux décennies environ, la mise à l'étude et la mise en service de trains à grande vitesse. Les diverses réalisations déjà opérationnelles procèdent d'un développement, plus ou moins innovant, des techniques ferroviaires, tant en matière de voie que de matériel roulant. En revanche, certaines recherches en cours font appel à des technologies plus inédites, coussin d'air ou sustentation magnétique.

Arrivé au stade de l'exploitation commerciale, aucun projet ne peut faire abstraction du système de transport préexistant dans lequel il s'insère. Si une ligne nouvelle n'est pas compatible avec les lignes déjà en place, elle doit pouvoir profiter des possibilités de rabattement et de prolongement des trafics que celles-ci permettent, tant pour les dessertes régionales que pour la pénétration des agglomérations denses. A fortiori, si une ligne nouvelle est compatible avec les lignes existantes – compatibilité, selon les cas, plus ou moins complète –, son fonctionnement devient interdépendant de celui de l'ensemble des chemins de fer.

Les enjeux de la compatibilité – ses causes et ses conséquences, que nous désignerons sous le terme d'*effets de réseau* – ne sont donc pas seulement techniques : ils commandent dans une large mesure toute l'économie des projets. Notre communication a pour objet de prendre toute la mesure de ce phénomène, et d'en faire la question centrale de notre analyse comparée des divers trains à grande vitesse existants ou à l'étude.

Pour rendre compte de ces enjeux, nous avons adopté une démarche inductive, remontant de l'analyse des effets à l'identification des causes : après une brève comparaison des divers trains à grande vitesse, existants ou en projet, envisagés sous l'angle de la *compatibilité* et de la *spécialisation* (première partie), nous entreprendrons l'étude générale du contenu actuel des *effets de réseau*, dépassant les conséquences directes sur l'organisation des flux de transport (deuxième partie) ; nous remonterons alors au *processus*

d'innovation technique et organisationnelle qui leur a donné naissance (troisième partie).

C'est dans la perspective stratégique ainsi dégagée que nous envisagerons, en conclusion, les possibilités de développement des trains à grande vitesse aujourd'hui en projet, et l'opportunité de prendre en compte dans leur évaluation les effets de réseau dont ils sont porteurs.

I. Compatibilité et spécialisation

Rappelons d'abord brièvement quelques caractéristiques des diverses lignes à grande vitesse déjà recensées, envisagées sous l'angle de la *compatibilité* (1). A la différence du Shinkansen japonais qui a un écartement normal européen alors que le réseau japonais antérieur est entièrement à voie métrique (2), les divers trains à grande vitesse européens apparaissent tous comme compatibles avec les réseaux en place : compatibilité avec le réseau national dans le cas des nouvelles lignes existantes, en construction ou projetées en France, RFA, Italie, Suisse, Autriche ; ou au contraire incompatibilité avec le réseau national mais compatibilité avec le réseau des pays limitrophes pour assurer précisément la continuité des trafics transfrontaliers. Le projet de « Y » reliant Paris, Londres et Cologne étudié pendant les années soixante-dix prévoyait que la branche anglaise entre Cheriton et Londres serait au gabarit européen continental ; de même, le projet espagnol de ligne Madrid - Barcelone - Port-Bou est conçu avec l'écartement européen normal et non l'écartement espagnol.

Toutefois, la compatibilité est plus ou moins complète, et tient à la plus ou moins grande *spécialisation* des lignes nouvelles. La spécialisation, consistant à réserver la ligne au trafic de voyageurs utilisant le matériel nouveau (en l'occurrence des rames automotrices), permet un trajet plus rectiligne avec des pentes plus fortes (3) et les coûts d'infrastructure s'en trouvent fortement diminués. Mais si le matériel nouveau peut circuler sur le réseau ancien, le matériel traditionnel (de voyageurs comme de marchandises) n'a pas accès à la ligne nouvelle. Cette option de *spécialisation avec compatibilité* a été retenue pour le TGV français Paris-Lyon et pour le futur TGV Atlantique ; elle est envisagée pour les projets Paris-Bruxelles-Cologne et Paris-Londres-Bruxelles. En revanche, les lignes à grande vitesse construites, en construction ou projetées en Allemagne et en Italie ne sont pas spécialisées : leurs caractéristiques permettent le passage aussi bien de trains à grande vitesse que de trains traditionnels. N'étant pas affranchies, comme les lignes spécialisées, des contraintes habituelles limitant les pentes, ces lignes ont un tracé plus sinueux ou nécessitant davantage d'ouvrages d'art, et sont donc d'un coût de construction nettement plus élevé.

(1) Pour un passage en revue systématique des cas européens, on se reportera utilement à la contribution au présent colloque de M. Baumgartner : *Les lignes européennes de chemin de fer à grande vitesse*.

(2) Toutefois le Shinkansen surmonte cette difficulté en empruntant, sur viaduc si nécessaire, les emprises ferroviaires disponibles, accédant ainsi aux gares déjà existantes dans les villes offrant aux voyageurs des possibilités de correspondance avec les chemins de fer à voie étroite.

(3) 35 % pour le TGV Paris - Sud-Est, et peut-être 50 % dans des projets d'avenir, contre moins de 15 % dans les lignes traditionnelles et dans les lignes à grande vitesse non spécialisées.

Pour utiliser pleinement une compatibilité « intégrale », elles comptent un nombre élevé de jonctions avec les lignes antérieures : alors que la ligne nouvelle du TGV Paris - Sud-Est ne compte, sur 390 km, que deux interconnexions intermédiaires avec le réseau existant utilisées en service commercial, la Direttissima de Rome à Florence compte dix interconnexions avec la ligne ancienne qu'elle double, tandis que sur 99 kilomètres la nouvelle ligne Mannheim-Stuttgart ne compte pas moins de quatre interconnexions avec le réseau existant.

L'introduction d'une ligne nouvelle dans un réseau déjà constitué apparaît ainsi pouvoir correspondre à deux schémas de conception et d'exploitation différents : soit comme dans le cas du Shinkansen (et a fortiori d'éventuels systèmes non ferroviaires), on établit un « shunt », une liaison directe et presque entièrement isolée entre deux grands pôles de trafic ; soit, comme dans les cas allemands ou italiens et dans les projets suisses ou autrichiens, la ligne nouvelle vient redoubler et recouper une ligne existante, solution coûteuse mais qui permet au gré des exigences de l'exploitation tous les transferts de trafic d'une ligne sur l'autre ; enfin, par rapport à ces deux schémas contrastés, les caractéristiques des TGV français semblent relever d'une solution médiane (1). L'isolement de la ligne, spécialisée dans le trafic de voyageurs à grande vitesse, se trouve partiellement compensé par sa compatibilité (2) avec le réseau ancien, qui permet une large desserte en surface par « arborescence » des flux terminaux.

Pour résumer notre propos, nous regroupons les trois exemples du Shinkansen, de la Direttissima et du TGV dans le tableau comparatif suivant :

	Spécialisation	Compatibilité
Shinkansen	x	
Direttissima		x
TGV.....	x	x

II. Les effets de réseau

Quelles sont les implications de cette « compatibilité spécialisée » du TGV avec le réseau ferroviaire préexistant ? Pour répondre à cette question, il faut revenir à une analyse plus précise de la notion de compatibilité et indiquer comment elle s'applique au cas du TGV français.

Il est clair que des systèmes techniques n'utilisant pas le roulement sur voie ferrée sont incompatibles avec le réseau ferroviaire français : le véhicule à coussin d'air sur voie de béton, la sustentation magnétique, envisagés comme principes constitutifs d'une ligne nouvelle à grande vitesse ne peuvent être connectés au réseau de voies ferrées classiques.

Si l'on s'en tient aux techniques ferroviaires, en pensant au Shinkansen japonais ou au projet de ligne à grande vitesse Madrid - Barcelone - Port-

(1) Solution médiane ne signifiant nullement solution optimale, en tout temps et en tout lieu.

(2) Compatibilité « univoque » en ce que le matériel du TGV peut circuler sur les lignes traditionnelles, alors que le matériel traditionnel ne peut utiliser la ligne nouvelle.

Bou, c'est la question de l'écartement qui vient d'abord à l'esprit. Les promoteurs de la ligne japonaise avaient tranché en faveur d'une voie normale – donc incompatible avec leur réseau à voie métrique – pour atteindre plus facilement des grandes vitesses. Le projet espagnol renonce à l'écartement national large pour pouvoir se raccorder aux réseaux français et européen. La compatibilité pour le TGV c'est donc d'abord – malgré l'intérêt d'une voie plus large pour les grandes vitesses – une solidarité physique entre ligne nouvelle et réseau ancien.

Mais cette solidarité serait de bien peu d'intérêt si elle ne s'accompagnait d'un ensemble de normes d'exploitation et de dispositifs techniques qui permettent la circulation du matériel TGV sur les voies du réseau préexistant. L'histoire des relations entre le réseau métropolitain parisien et le réseau du chemin de fer national français est là pour rappeler qu'un écartement identique ne suffit pas à permettre la circulation du même matériel sur deux réseaux ferroviaires. La solidarité physique peut en rester à quelques circulations techniques exceptionnelles sur des tronçons de voie limités. Il faut pour assurer la compatibilité technique aller plus loin. C'est ce qui a été fait pour le TGV. Le cas de la signalisation est, à cet égard, très éclairant. Même si la grande vitesse a imposé sur la ligne Paris-Lyon un mode de signalisation particulier (cab signal, freinages automatiques, etc.), la présence à bord d'un conducteur ainsi que les dispositions techniques retenues pour les motrices autorisent un passage facile à la signalisation classique dès que les rames TGV sortent de la ligne nouvelle. Malgré les coûts supplémentaires qu'a entraînés cette compatibilité d'exploitation, elle est effective au moins dans le sens ligne à grande vitesse → réseau préexistant.

Ceci se traduit par des connexions exploitables entre la ligne nouvelle et le réseau. Sans être aussi nombreuses que sur la Direttissima italienne (où d'ailleurs il n'y a pas de matériel spécialisé), ces connexions sont suffisantes pour assurer une bonne irrigation du réseau pour toute la partie Sud-Est de la France. En empruntant en tout ou partie la ligne nouvelle ou l'antenne de voie nouvelle vers Dijon, les trains à grande vitesse atteignent depuis Paris la plupart des grandes villes du Sud-Est (1).

D'ailleurs, l'effet de ces connexions est très important comme le montre l'observation de la mise en service graduelle du TGV Paris - Sud-Est. Au début de 1984, c'est-à-dire un an seulement après la mise en service des trains rapides desservant, sans nécessité de correspondance (2), les villes situées au sud de Lyon, il apparaît que 37 % seulement des voyageurs effectuent le trajet simple entre Paris et l'ensemble Lyon - Saint-Étienne. D'ores et déjà près de deux tiers des usagers du TGV profitent effectivement de la compatibilité : la branche vers Dijon, la Bourgogne, la Franche-Comté

(1) Il faudrait bien entendu, pour analyser complètement cet effet d'accessibilité sur le réseau, tenir compte de l'ensemble des correspondances autorisées à partir de la desserte TGV avec des trains classiques sur le réseau ancien. Il paraît un peu prématuré d'effectuer une telle analyse alors que la desserte TGV évolue encore et que le tableau des correspondances ne semble pas encore stabilisé.

(2) Chacun sait en effet que les usagers du chemin de fer ne sont pas seulement sensibles au temps total de parcours, mais à d'autres éléments de qualité de service comme la faculté d'accéder directement à sa place à l'embarquement, de disposer immédiatement de ses bagages à l'arrivée, de ne pas subir de ruptures de charge parasites : ces éléments de confort expliquent une large part du succès du TGV Paris-Lausanne, dont la fréquentation a doublé depuis sa mise en service.

et Lausanne représente 17 % en trafic, celle vers la Bresse, la Savoie et Genève 20 %, celle vers la vallée du Rhône et le Midi 26 % (1) (2).

Pour un certain nombre de destinations, telles Avignon, Chambéry, Marseille, Montpellier, compte tenu du gain de temps procuré, la desserte TGV était partie intégrante du projet initial. Mais on assiste actuellement à l'extension des dessertes vers des villes relativement éloignées de la ligne nouvelle, situées sur des artères du réseau préexistant : c'est le cas de Toulon desservie depuis cet été malgré un gain de temps limité. C'est aussi le cas de Lille desservie à partir de Lyon sans arrêt à Paris. L'existence de trains à grande vitesse « Passe-Paris » illustre tout particulièrement l'impact de la ligne nouvelle sur la desserte d'un réseau ancien traditionnellement centralisé. Mais on imagine facilement d'autres liaisons dans un proche avenir.

On voit qu'à la différence des trois lignes à grande vitesse japonaises, la véritable compatibilité technique permet un accroissement immédiat d'accessibilité (actuel ou potentiel, réel ou perçu) pour une large part du territoire desservi par le réseau classique.

Mais dans le cas du TGV, la notion de compatibilité va encore bien au-delà des aspects techniques et de l'accessibilité interurbaine. La possibilité de circuler sur le réseau classique rend possible la pénétration dans les gares préexistantes, lieu habituel de transit du voyageur ferroviaire « classique », lieu le plus souvent en symbiose avec la ville. On ne saurait s'empêcher d'évoquer ici une autre conception possible : « à ligne spécialisée, gare spécialisée », conception qui aurait amené la construction de nouvelles gares, relativement éloignées des gares anciennes, selon un modèle très différent. Cette conception n'est pas totalement absente de l'aménagement de la gare de Paris-Lyon ou de celle de Lyon-La Part Dieu. Néanmoins, l'intégration à une gare classique a globalement prévalu, banalisant l'accès au TGV parmi les accès au réseau classique, favorisant les correspondances pour les voyageurs, conservant, voire accentuant, l'image urbaine du train à laquelle l'avion ne pourra sans doute jamais prétendre (3). D'ailleurs le raccordement au réseau existant à l'entrée des villes n'exclut pas, mais peut au contraire faciliter l'installation de nouvelles gares suburbaines de rabattement et de correspondance comme celle de Massy actuellement à l'étude pour la ligne TGV Atlantique.

Sur un autre plan, la compatibilité signifie également homogénéité tarifaire. Malgré la qualité du nouveau service offert, l'exploitant applique grosso modo les mêmes tarifs que sur le réseau classique. La réservation obligatoire (et payante) et la généralisation du supplément aux heures de pointe mises à part, la tarification est homogène en valeur et en structure avec celle du réseau classique : prix du voyage via la ligne nouvelle égal au prix du même voyage sur ligne classique, 1^{re} et 2^e classes, réductions diverses (familles

(1) La contribution des prolongements de desserte au trafic de la ligne nouvelle est donc indispensable à sa rentabilité économique, comme l'avaient déjà établi les premières évaluations de la SNCF en 1969 et le rapport du Commissariat au Plan établi sous la présidence de M. Coquand, en 1970. Une telle situation ne se retrouve pas au Japon, où le poids démographique des pôles desservis par le Shinkansen suffit à engendrer des trafics massifs.

(2) Cf. M. Walrave, « Le TGV Paris - Sud-Est - Premiers enseignements et perspectives », article à paraître dans la revue *PCM*.

(3) Ce phénomène est d'autant plus important que les gares desservies par le TGV modifient leur hinterland (possibilités d'accès en voiture à partir de zones plus éloignées, réorganisation des réseaux d'autocars assurant le rabattement en fonction des horaires TGV, etc.).

nombreuses, personnes âgées). C'est ainsi qu'un passager du TGV Paris-Marseille achète son billet au même comptoir, paie le même prix, prend le train dans la même gare et arrive dans la même gare qu'auparavant sur le réseau classique. Simplement, il gagne deux heures sur le parcours.

Cette homogénéité de tarification n'a rien d'évident lorsque l'on songe à d'autres projets européens pour lesquels les tarifs risquent de découler bien plus de la concurrence avec d'autres modes de transport (avion,...) que d'un alignement sur les prix déjà pratiqués sur les réseaux classiques.

En fait, au-delà de l'homogénéité tarifaire, c'est d'une unité de gestion qu'il s'agit. Unité de gestion économique : c'est par autofinancement que le gestionnaire du réseau préexistant a financé la nouvelle ligne. Les recettes du TGV compensent actuellement des pertes sur des lignes moins rentables du réseau classique sans que l'on doive envisager ou même sans qu'on puisse isoler la partie profitable. Unité de gestion du personnel : les conducteurs, les contrôleurs du TGV sont issus du personnel « classique ». Les conducteurs de rames TGV conduisaient auparavant des matériels classiques. Ils continuent à conduire ces matériels. En tous cas, ils font une partie de leur service sur le réseau ancien. La rame TGV Lyon-Lille n'aura pas à changer de conducteur en quittant la ligne nouvelle pour retrouver la ligne classique. Cette constatation peut paraître triviale. Elle ne l'est pas si l'on sait que l'interconnexion du Réseau Express Régional (RER) avec le réseau banlieue de la SNCF en région parisienne n'a pu aller jusqu'à la conduite de bout en bout d'une même rame par un même conducteur. Sur la ligne nord-sud du nouveau Réseau Express Régional un conducteur SNCF conduit sa rame jusqu'à la station Gare du Nord et cède la place à un conducteur RATP pour la partie sud de la ligne.

L'unité du personnel n'est pas non plus une évidence pour qui songe que les grandes vitesses peuvent requérir des qualifications très différentes des qualifications classiques. On peut alors voir apparaître du personnel nouveau, spécialisé, constituant une sorte de nouvelle corporation. Pour faire image, notons que les contrôleurs des TGV portent les uniformes réglementaires des personnels de contrôle SNCF, les conducteurs, les mêmes tenues vestimentaires, alors que le personnel de la ligne expérimentale d'aérotrain portait des tenues de pilotes d'avion ou d'hôtesse de l'air.

A partir d'une compatibilité technique, c'est une intégration globale des lignes TGV dans le paysage ferroviaire français qui apparaît. La grande vitesse ferroviaire d'abord vue comme *révolution* technologique n'apparaît-elle pas ici plutôt comme une *évolution* d'un réseau territorial ?

Deux faits confortent cette interprétation :

- le TGV a été très bien accepté par la société française ;
- il connaît un grand succès commercial.

Sur le premier point, celui de l'acceptation sociale, on sait que les révolutions technologiques rapides font souvent l'objet de réactions de rejet. En matière de réseaux, il faut souvent des décennies pour qu'une innovation soit banalisée. Ici le TGV est apparu en continuité avec la desserte ferroviaire classique, comme une amélioration qui n'était pas réservée à certains mais dont tous, un jour ou l'autre, dans un lieu ou un autre, compte tenu de la tarification SNCF, de la très grande connexité du réseau ferroviaire, pourraient bénéficier.

De même, du point de vue commercial, les résultats dépassent le simple effet d'une révolution technologique, toujours lente à porter ses fruits, suscitant des réticences d'une clientèle non habituée. Sans parler des reports de modes (de l'avion ou de la route), le TGV a bénéficié d'emblée de la clientèle ferroviaire utilisatrice (réelle ou potentielle) du réseau classique (1). L'intégration au sein du réseau a garanti un rabattement ferroviaire, routier extrêmement efficace, d'autant plus que les tarifs n'étaient pas sensiblement modifiés. De plus cette intégration a sans doute permis de supprimer les appréhensions de la clientèle « classique » concernant la sécurité. Pour les usagers, le TGV étant exploité dans le cadre général du réseau SNCF, il ne peut l'être que de façon aussi sûre que les trains classiques dont la réputation de sécurité est d'ordre historique. Enfin, l'on peut dire que pour le voyageur ferroviaire, l'intégration au réseau banalise la grande vitesse, en fait une nouvelle norme qui tend à s'imposer et à être réclamée un peu partout. Sur ce point, mais sur ce point seulement, les références changent, l'aller-retour dans la journée autrefois rare devient commun.

En fait, tout s'est passé comme si les usagers se voyaient proposer un service amélioré, aussi sûr, pas plus cher et ne changeant pratiquement en rien leurs habitudes, sauf à leur faire « gagner du temps sur le temps » (2).

Cette double acceptabilité, commerciale et sociale, du projet TGV traduit donc l'effet de l'intégration des lignes nouvelles à grande vitesse dans le réseau ferroviaire classique, intégration qui, on l'a vu, va bien au-delà de la simple compatibilité technique et implique une unité de gestion de réseau. C'est pourquoi l'on peut qualifier les observations rappelées plus haut d'effet réseau, ce terme étant étendu dans un sens beaucoup plus large qu'il n'est habituellement utilisé par les spécialistes de circulation.

Tout effet a une cause. L'effet réseau que l'on observe depuis la mise en service du TGV a pour principale explication la compatibilité globale – à la fois technique, économique, commerciale, voire symbolique – de la ligne nouvelle avec le réseau préexistant. Mais, comme nous l'avons vu, cette option de compatibilité n'a rien d'évident pour une ligne spécialisée. Elle s'oppose à la conception d'autres projets réalisés ou à l'étude dans différents pays et même à des options prises en France pour d'autres réseaux (pour le Réseau Express Régional conçu au départ par la RATP, on n'a pas cherché la compatibilité avec le réseau du métropolitain classique).

N'est-ce pas parce que – plus ou moins explicitement – elles étaient conscientes de ces enjeux, que les compagnies ferroviaires ont engagé, certaines depuis plus de vingt ans, les projets dont nous voyons maintenant les résultats ? Aussi bien est-ce dans le processus global d'innovation et de décision – technique, commercial, financier, organisationnel, politico-administratif – des systèmes ferroviaires, mus par une dynamique interne mais aussi confrontés au développement de modes concurrents, qu'il faut chercher l'explication des phénomènes aujourd'hui constatés. Autrement dit et pour ne prendre qu'un exemple, nous serions tentés de poser la question quelque peu provocante suivante : la SNCF des années soixante, envisagée comme un ensemble technique et social, soucieux de son avenir à long terme, était-

(1) Ce qui signifie probablement en contrepartie une certaine désaffection pour les trains de nuit.

(2) Slogan utilisé par la SNCF pour la publicité du TGV.

elle susceptible de proposer, ou même seulement d'envisager, des innovations techniques qui ne fussent pas compatibles avec tout son appareil déjà en place et son mode d'exploitation ?

III. La genèse d'une innovation : rupture et continuité

A l'époque de la genèse du TGV, tout se passe comme si, en sorte, la tradition technique ferroviaire française rassurait et paralysait à la fois pour faire un bond en avant, une échappée hors des sentiers battus – des rails séculaires. En effet, depuis les années 1950, un cours continu de profondes mutations techniques affecte le chemin de fer français. Derrière les records de vitesse et autres performances spectaculaires, l'entreprise moissonne une récolte de nouvelles données expérimentales qui fécondent à leur tour de nouvelles perspectives de progrès technique. Ainsi, selon L. Armand, les leçons du fameux record de vitesse du 28 mars 1955 seront aussitôt entendues des dirigeants des chemins de fer japonais : groupe d'études formé en 1956, ouverture de chantiers en 1959, exploitation en 1964 du Shinkansen (1). Mais en retour, « le complexe du Tokaïdo » (J.F. Bazin), de sa réussite, stimulera la SNCF, en révélant notamment les atouts de l'exploitation d'une ligne et d'un trafic spécialisés.

D'autant que le feu vert politique a été donné à l'expérimentation de l'aérotrain promu par l'ingénieur Bertin et qu'il a même été demandé à la SNCF de prêter son emprise à la société de l'Aérotrain... Même si à cette époque, vers 1965-1966, l'opinion publique et les vues de l'administration sont hostiles aux trains à grande vitesse, la SNCF entend riposter avec ses propres armes. En même temps se dessine un nouveau régime de l'entreprise, à laquelle en contrepartie d'une autonomie accrue, d'un relâchement du cahier des charges du service public, il est demandé de conquérir la rentabilité de son exploitation.

Pour renforcer sa position, ce sont les conditions du trafic voyageurs sur l'artère la plus chargée Paris-Lyon qui doivent être améliorées radicalement, en développant deux critères, la rapidité et la fréquence de la desserte. L'achèvement du quadruplement des voies sur un tronçon difficile de 80 km (au nord de Dijon), au prix d'investissements coûteux, ne permettrait pas de rallier Paris et Lyon en moins de 3 h 30, soit une amélioration jugée très insuffisante. D'où le projet d'une ligne nouvelle à grande vitesse. Allait-on – juste retour des choses – construire un Tokaïdo français ? Le contexte du début des années 1960 n'est rien moins que favorable à cette transposition du modèle japonais. Lors de la préparation du V^e Plan (1966-70), si l'on envisage le développement de techniques nouvelles, avions à grande capacité ou à décollage court, aérotrains ou navires à coussin d'air, la tendance en matière ferroviaire est simplement à la « concentration, modernisation et « automatisation » qui par leur conjugaison doivent assurer au réseau existant sa capacité à acheminer le trafic prévisible (2). L'existant ferroviaire pouvait contenir les besoins futurs estimés. En particulier « la construction d'une sorte de *super-réseau* n'était pas à recommander ». Ainsi pour contenir le

(1) L. Armand, *Propos ferroviaire*, P., Fayard, 1970, p. 165.

(2) V^e Plan de développement économique et social, 1966-1970, Tome II (Annexes), pp. 356-358.

trafic sur Paris-Lyon-Marseille, c'est la voie de détournement sur les lignes parallèles à l'artère principale qui devait être suivie (1). Le chemin de fer sur ligne nouvelle « type Tokaïdo » est condamné, en quelque sorte pour son excès de performance : « Il y a lieu de remarquer que la ligne du Tokaïdo dessert une région peuplée de 40 000 000 d'habitants et que le trafic de la ligne actuelle, d'une longueur de 515 km, a atteint à lui seul 33,5 milliards de V.km et 13,5 milliards de T.km en 1961. Cette solution paraît donc a priori répondre à des problèmes de capacité d'une ampleur nettement plus grande que ceux qui se poseront probablement en France à l'horizon de 1985 ». Si bien que cette formule, transposée en France, « ne trouverait probablement d'application possible qu'au-delà de l'horizon exploré » à savoir 1985 (2). C'est pourquoi la solution française va rompre avec le modèle japonais. Les rampes maxima de 10 à 12 % ont signifié un chapelet serré d'ouvrages d'art le long de la ligne japonaise (37 % de sa longueur), mais dont le coût élevé est compensé par un trafic d'une intensité inconnue en France. Ligne nouvelle donc, mais où l'on mise sur les progrès de la traction pour digérer des pentes de 35 %, en limitant ainsi les coûts d'infrastructure. La première rupture technique est à ce niveau, par le primat de la « rectitude » sur la « platitude » (L. Armand (3)), avec cette « revanche du tracé sur le profil » (J. Dupuy (4)). Une expertise économique confirme qu'à profil similaire, les coûts d'infrastructure d'une ligne nouvelle sont inférieurs d'un tiers à ceux d'une autoroute. Reste le problème des accès terminaux en centre ville : inversement à l'avion, à l'aérotrain, à l'autoroute, le chemin de fer dispose de l'héritage des gares centrales aux voies « grandes lignes » saturées seulement durant quelques périodes de pointe dans la journée.

Ainsi, très vite, le service de la recherche de la SNCF dessine les lignes de force du nouveau système d'exploitation à grande vitesse, mélange d'ancien et de nouveau. Pour l'usager, il faut répondre à des critères de rapidité et de fréquence élevées des dessertes ; pour l'entreprise, il faut garantir la rentabilité de l'exploitation. La rapidité, c'est à la fois la ligne nouvelle sur l'essentiel du tracé et la connexion et la compatibilité avec le réseau ancien à ses extrémités. La fréquence élevée implique quant à elle la spécialisation du matériel roulant (rames indéformables) et du trafic sur la ligne, où les fortes rampes imposent une vitesse minima. Quant à assurer la rentabilité, cela signifie assurer un trafic à la mesure de la nouvelle capacité de transport sur la liaison Paris-Lyon. Autrement dit couvrir aussi une large part des 50 % du trafic voyageurs pour lesquels l'axe Paris-Lyon n'est qu'un axe de transit. Le choix de la compatibilité avec exploitation et réseau traditionnels, déjà fixé, y répond à nouveau, qui permet l'exploitation du TGV selon les normes classiques hors de la ligne nouvelle, en assurant une véritable desserte en surface du territoire.

(1) Commissariat général au Plan, *Rapport du groupe d'étude de l'orientation générale des activités du chemin de fer à moyen terme (1985)*, août 1964, p. 13 et sq. ; p. 39 et sq.

(2) *Ibid.* cf. Annexe 6 « Variante concernant l'éventualité de la création de lignes spécialisées au trafic voyageurs permettant d'offrir un service de grande qualité, notamment du point de vue de la vitesse » ; et Rapport, p. 62.

(3) L. Armand, *op. cit.*, p. 166.

(4) J. Dupuy, « Comment est né le train à grande vitesse Paris - Sud-Est ? Les idées maîtresses et les innovations dominantes du projet », *Revue Générale des chemins de fer*, nov. 1976, p. 646.

Ainsi dès 1968-1969 (1), les grandes lignes du projet d'exploitation du TGV sont fixées selon une logique qui ne fait pas prévaloir des critères de prouesse technique sur des données économiques, mais conjugue plutôt harmonieusement et étroitement potentialités techniques et besoins socio-économiques.

La suite du développement du projet illustre avec force cette analyse. D'une part, l'évolution de l'urbanisation, des conditions et critères de transport entre grandes villes ne fera que renforcer le poids des critères socio-économiques présidant au projet initial, telle la desserte directe en centre-ville court-circuitant des liaisons (auto) routières banlieue-centre de plus en plus chargées et difficiles, ou la prise en compte plus exigeante des nuisances induites (bruit, pollutions). Avec l'évolution du temps, les solutions du type aérotrain ou avion ADAC, chaque jour, s'avèreront de moins en moins acceptables. D'autre part, l'on sait que l'exploitation de la ligne avait retenu initialement la traction par automotrice à turbine à gaz, technologie de pointe ferroviaire durant les années soixante. La compatibilité du TGV s'ouvrirait donc théoriquement à l'ensemble du réseau. Notamment le schéma initial commercial de desserte par TGV pouvait inclure la desserte de Grenoble (la ligne Lyon-Grenoble n'étant pas électrifiée), l'un des pôles de la région Rhône-Alpes. La montée du prix des carburants viendra en 1975 faire évoluer le choix du mode de traction vers la traction électrique en 25 kV, valorisant les ressources énergétiques nationales. Cette conversion, de fait, ne posera pas de sérieux problème à la SNCF, dont la flexibilité technique en matière de traction est déjà une longue tradition. L'héritage de la maîtrise des engins multi-courants ignorant les frontières entre zones diversement électrifiées tant en France qu'avec les pays frontaliers permettra de lever les obstacles qu'eût pu constituer le recours à la traction électrique.

Ainsi, le temps passant, cette « bonification » du projet TGV trouvera son illustration dans l'évaluation favorable qu'en fait le groupe fonctionnel voyageurs de la commission des Transports pour le VI^e Plan en décembre 1970, relevant notamment que « le caractère inédit de la solution proposée provient d'une combinaison nouvelle d'éléments déjà mis au point dans d'autres domaines ; de ce fait, les hautes performances prévues ne sont plus frappées, dans leur fiabilité et dans leur prix de revient, des aléas qui pèsent sur la plupart des innovations technologiques, avant leur expérimentation commerciale en vraie grandeur » (2).

Au cas néanmoins où la SNCF ne serait pas soutenue par l'Etat, il sera rappelé que le scénario d'une exploitation financière autonome du TGV, sous le régime vraisemblable d'une société d'économie mixte, fut envisagé par elle : « La SNCF a fait connaître que les perspectives financières favorables

(1) Cf. les documents internes de la SNCF, émanant de la direction des Etudes et de la Recherche. *Possibilités ferroviaires sur infrastructures nouvelles, Sous-projet études générales, Connaissances actuelles et problèmes à étudier. Programme de recherches* (avril 1968) ; *Chemin de fer et aménagement du territoire, Desserte du Sud-Est de la France à grande vitesse et à fréquence élevée au moyen d'une ligne nouvelle Paris-Lyon* (novembre 1969) (les trois premières pages définissant en termes forts la charpente fondamentale et définitive du projet). Cf. aussi le premier article publié où il fut exposé les grandes lignes du projet, B.H. de Fontgalland, « La construction des voies ferrées prend un nouveau départ en Europe », *Bulletin du PCM*, 65^e année, octobre 1968.

(2) Commission des Transports pour le VI^e plan, groupe fonctionnel voyageurs, *Etude des transports terrestres à grande vitesse sur l'axe Paris - Sud-Est*, décembre 1970 (dit Rapport Coquand), Annexe I, p. 10.

de la nouvelle ligne Paris-Lyon, ainsi que la possibilité de la séparer des autres équipements ferroviaires, tant en dépenses qu'en recettes, lui permettaient d'envisager le concours de capitaux privés qui participeraient aux risques de l'entreprise et seraient rémunérés sur ses recettes » (1). Mais cette orientation dont les conséquences tarifaires auraient pu remettre en cause l'économie générale du projet, sera rapidement abandonnée au profit d'un auto-financement par la SNCF. Un peu plus tard (1973), le comité spécialisé du Fonds de Développement économique et social, condamne les solutions aérotrain ou avion à décollage court, pour affronter le TGV, qui verra le jour 8 ans plus tard (2).

Résumons donc la genèse du projet du TGV : celui-ci a été élaboré de manière entièrement autonome par la SNCF, sans intervention de l'Etat ni pression technique particulière de constructeurs de matériel ferroviaire. Cela dans un contexte peu favorable, voire agressif, dans la mesure où la politique gouvernementale et administrative favorise plutôt l'autoroute ou l'avion, ou semble d'abord subir quelque fascination pour des projets technologiquement originaux et spectaculaires (du type aérotrain). Comme on l'a vu, la compatibilité ne fut pas le critère premier de la démarche, mais elle s'est imposée aussitôt, en satisfaisant au critère des accès terminaux urbains et en répondant à la surcapacité dégagée par la seule ligne nouvelle. Ainsi, dès l'origine, la SNCF parlera plutôt de desserte de l'axe Paris - Sud-Est que de desserte de la liaison Paris-Lyon. La compatibilité a délivré de multiples effets de réseau, constituant un atout-clef contre l'offensive de l'aérotrain dont l'absence de solution technique au simple problème de l'aiguillage était le talon d'Achille, bien entendu peu dévoilé dans les dossiers et argumentaires avancés par la société de l'Aérotrain. Ainsi « l'effet TGV » a ses fondement dans le fait qu'il participe à la fois du neuf et de l'ancien. Ses effets de réseau sont à comprendre proprement comme un effet de levier sur le réseau ancien à partir du point d'appui offert par la ligne nouvelle.

Conclusion

Il serait sans doute présomptueux de vouloir déjà conclure, compte tenu de l'ampleur des questions que notre démarche nous a conduits à soulever. A quels résultats provisoires avons-nous abouti ?

La comparaison des divers trains à grande vitesse en service ou en projet de par le monde a permis de dégager trois schémas de référence : l'un, marqué par la spécialisation, limite les contacts entre ligne nouvelle et réseau ancien ; l'autre, marqué par la compatibilité intégrale entre ligne nouvelle et réseau ancien, multiplie les points de connexion et les échanges mutuels de trafics ; le troisième, enfin, propose une solution médiane, combinant spécialisation et compatibilité limitée, et permet la diffusion des flux au-delà des lignes nouvelles.

Dans tous les cas – y compris celui du Shinkansen, moins indépendant qu'il ne paraît des autres chemins de fer japonais –, les lignes nouvelles viennent

(1) *Ibid.*, Rapport principal, p. 34.

(2) Comité spécialisé n° 8 du FDES, *Rapport du groupe de travail pour la mise à jour de l'étude des transports terrestres à grande vitesse sur l'axe Paris - Sud-Est* (dit Rapport Le Vert).

renforcer mais aussi restructurer les réseaux dans lesquels elles s'insèrent. C'est par référence au mode d'exploitation de l'ensemble des systèmes ferroviaires qu'il convient donc d'apprécier les effets de réseau des trains à grande vitesse.

Les trains à grande vitesse n'apparaissent donc pas seulement comme des innovations techniques, mais comme des axes stratégiques de développement ferroviaire. Ce serait une naïveté de chercheur que de s'en apercevoir seulement aujourd'hui, quand le phénomène est déjà bien enclenché, et nous en avons cherché l'origine dans le processus d'innovation même qui donna naissance aux trains à grande vitesse.

Si cette démarche nous semble avoir été pertinente dans le cas français, il nous reste à la valider pour d'autres pays. Une prolongation de notre recherche pourrait donc consister en une analyse comparative des processus d'innovation et de décision qui ont abouti, dans différents pays, à des projets de trains à grande vitesse, prenant en compte les stratégies et les interactions des principales parties prenantes : autres transporteurs, industries engagées dans le matériel ferroviaire mais aussi dans des modes de transport alternatifs, milieux financiers, administrations. Les enjeux liés aux trains à grande vitesse méritent sans doute une telle investigation : ces nouveaux trains ne viennent pas comme un ajout marginal aux systèmes ferroviaires en place, ils apparaissent au contraire comme porteurs de mutations structurelles.

Mais les enseignements de notre analyse des effets de réseau ne valent pas seulement pour une recherche rétrospective. Ils valent aussi pour l'appréhension des projets aujourd'hui à l'étude. Dès à présent, l'évaluation des effets des nouveaux trains rapides doit prendre en compte leur mode d'insertion dans les réseaux déjà en place, avec les dynamiques de redistribution de flux (concentration et diffusion simultanée) et les modifications globales de gestion qu'ils entraîneront. La question mérite bien sûr d'être également posée quand se mettent en place successivement plusieurs lignes à grande vitesse : par exemple, ne faut-il pas envisager dès à présent l'opportunité et les effets de l'interconnexion du futur TGV Atlantique et de l'actuel TGV Sud-Est, tandis qu'est étudiée une liaison Paris-Rome empruntant successivement la voie du TGV et la Direttissima ? A terme, c'est l'amorce d'un réseau de trains à grande vitesse, national et international, qu'il faut envisager, dans sa dynamique propre et dans ses interdépendances avec l'ensemble du réseau ferré.

Pour ce qui touche la coopération internationale, les trains à grande vitesse posent donc avec une acuité renouvelée certains problèmes sur lesquels bute aujourd'hui le développement des trafics ferroviaires, y compris le trafic international de marchandises : ceux de la compatibilité technique et organisationnelle des réseaux et même de l'interpénétration de leur exploitation. Outre le problème du financement des infrastructures nouvelles et celui des enjeux industriels liés au choix et à la production des matériels, c'est donc l'amointrissement des effets de frontières qui séparent les divers réseaux nationaux, qui est à l'ordre du jour.

Questions-Réponses

Rapporteur : M. Kracke

Question de M. Morellet

M. Kracke a parlé au début de son intervention d'un modèle développé en Allemagne permettant de reconstituer l'offre ferroviaire sur les relations entre quatre cents zones du territoire allemand à la fois du point de vue des temps de parcours, des fréquences des dessertes et des modalités de correspondances entre trains. Alors, sans vouloir lancer le débat sur les problèmes purement techniques d'études de trafics, j'aimerais que M. Kracke nous donne quelques renseignements supplémentaires sur la méthode et les résultats produits par ce modèle dans la mesure où quand il s'agit d'étudier un réseau de desserte à grande vitesse, par exemple à l'échelle européenne, il est très difficile manuellement de reconstituer en situation de référence ou en situation d'aménagement les possibilités ferroviaires offertes pour chaque relation quand il y a un grand nombre de zones. Il paraîtrait intéressant que des processus automatiques qui ne sont pas évidents à concevoir, du moins simplement, soient développés pour prendre en compte non seulement le temps de parcours, ce qui est déjà fait, mais souvent sur des itinéraires qui ne sont pas réalistes, mais aussi le temps de parcours sur les véritables itinéraires, les fréquences effectives de dessertes et les modalités de correspondances entre trains.

Réponse

Oui, vous avez tout à fait raison, il est impossible d'entrer ici dans le détail mais peut-être serait-il possible d'en discuter pendant la pause. L'Institut mène à l'heure actuelle des travaux de recherche qui seront terminés à la fin de l'année ; les territoires de la République fédérale et des pays voisins ont été répartis en 2 fois 400 zones, c'est ainsi que j'obtiens 160 000 relations ; et cela dit, entre parenthèse cela nécessite des ordinateurs assez puissants dont nous disposons ; pour ces 400 couples on a codifié l'ensemble des relations des trafics en République fédérale et les caractéristiques de l'offre ont été prises en considération.

Rapporteurs : MM. Poeck, Huart et Morellet, Sitzmann

Question de M. A. Frybourg

Je voudrais compléter un peu l'exposé de MM. Morellet et Huart qui a précisé les progrès méthodologiques à effectuer d'une part dans le domaine de prévisions de trafic et d'autre part dans les bilans socio-économiques. Je pense qu'il y a également des progrès méthodologiques dans le bilan financier et voudrais faire écho à quelques résultats du thème n° 3 qui s'est déroulé hier. Il y a manifestement des améliorations nécessaires pour mieux traiter les questions spécifiques qui se posent pour l'étude de projets internationaux et j'ai toujours en référence le projet Paris-Bruxelles-Cologne. En effet, il y a des bilans par pays qui nécessitent des réflexions méthodologiques particulières. De même, les besoins de la décentralisation nécessitent que l'on puisse évaluer convenablement certaines variantes. Tout ceci n'a pas fait encore l'objet d'une approche méthodologique suffisamment complète pour répondre à l'ensemble des questions qui se posent et le problème essentiel est celui de savoir comment cheminer parmi l'énorme éventail des variantes possibles, variantes de tracé, variantes d'exploitation, variantes de tarif. Il n'est pas possible, sauf de prendre des délais tout à fait excessifs, de croiser toutes les possibilités de variantes ; si l'on ne veut pas se perdre dans une étude trop lourde, il est donc nécessaire de savoir faire des choix tout en évitant, bien sûr, d'écartier des variantes pertinentes. Par conséquent, il faut faire des choix suffisamment fiables mais qui permettent de progresser à une vitesse raisonnable et je crois, que dans le domaine du cheminement vers l'optimisation du système, il y a sûrement des progrès méthodologiques à faire également.

Rapporteur : MM. Linkerhagner, Krull

Question de M. Bouley

Quand la ligne nouvelle allemande sera en service, c'est-à-dire vers 1990, la totalité du parc marchandises sera apte à 100 km/h. La question est de savoir si ce sont des trains de marchandises à 100 km/h que vous voulez faire rouler sur la nouvelle ligne ou seulement une partie d'entre eux et dans ce cas à quelle vitesse ?

Réponse

Bien entendu, tous les trains de marchandises de la République ne réaliseront pas les 100 km/h, une partie seulement, mais ce sera une question de programme d'exploitation c'est-à-dire de faire passer les trains de marchandises conçus pour rouler sur les nouvelles lignes. Il est prévu d'augmenter encore davantage ce nombre de trains de marchandises. Je pense notamment au trafic combiné et à d'autres trafics.

Question de M. Fontaine

J'aurais souhaité savoir si la DB se pose des questions sur les impacts écologiques des viaducs concernant l'agriculture, c'est-à-dire s'il y a des problèmes avec les vents qui couchent les récoltes. D'autre part, est-ce qu'une solution faisant appel à des viaducs qui ne sont peut-être pas hyperstatiques comme ceux utilisés par la SNCF, n'augmente pas très sensiblement les coûts d'exploitation par des réglages relativement constants, comme ce que nous avons connu en France avec la ligne en viaducs de l'aérotrain.

Réponse

Les effets sur les récoltes n'ont pas été examinés jusqu'à présent. Il y a des problèmes tout à fait différents auxquels on a dû faire face : répercussion sur le climat, par exemple et nous avons toute une multitude d'expertises que nous avons fait établir mais peut-être ce sujet-là sera examiné plus en détail par M. Grubmeier parce que la question de mise en œuvre de ces lignes fait l'objet d'un exposé à part. Mais je n'ai pas connaissance de difficultés de ce genre.

Question

A partir des commentaires que vous avez faits ainsi que ceux de M. Krull, on a pu voir quelles sont les mesures prévues par la DB pour améliorer l'offre voyageurs à longue distance. Si je prends les prévisions que vous avez citées à savoir la prévision qui était faite en 1983, on ne peut pas voir que toutes les mesures mises en œuvre ont véritablement conduit à augmenter la part des chemins de fer sur le marché, car on a vu que les prestations de transport ont baissé de l'ordre de 10 % et en fait cette baisse s'est accrue, j'ai l'impression, depuis. Par ailleurs, vous avez dit qu'en ce qui concerne les exigences en matière d'amélioration de l'offre ferroviaire, l'aspect paysage pourrait attirer finalement les voyageurs vers le chemin de fer alors qu'il y a une grande partie des lignes qui sont couvertes de tunnels, comment pouvez-vous expliquer cet attrait ?

Réponses

M. Linkerhagner

A la première question c'est M. Krull qui répondra. Il est certain qu'au Japon ou dans d'autres pays où ont été construites de nouvelles lignes, la section en tunnel pose des questions particulières. La ligne Tokyo-Osaka a 30 % de tunnels et ceci en trafic voyageurs. Je ne pense pas que ce soit un argument décisif pour le voyageur. Je pense que l'agrément essentiel est celui de la vitesse, de la rapidité du transport. Je pense que nous devons nous attendre à ce que finalement comme pour le trafic aérien ou le trafic routier, ce ne soit pas l'aspect paysage qui demeure le plus déterminant dans le comportement de l'utilisateur.

M. Krull

Oui, pour compléter quelque peu ; dans une même entreprise, il ne faut pas toujours avoir la même opinion, je ne partage pas l'avis de M. Linkerhagner. Ce n'est pas seulement l'élément vitesse qui est déterminant mais il y a également d'autres aspects qui jouent un rôle important. Il faut avouer que la question des tunnels pose quand même assez de problèmes.

Nous avons procédé à des études assez détaillées dans la mesure où cela a été possible et nous avons pu constater que grâce aux grandes vitesses, à 200 km/h lorsque nous mettons en exploitation une ligne nouvelle, il y aura une augmentation de 10 % de voyageurs. Si nous pratiquons une vitesse de 250 km/h, nous pouvons avoir des augmentations de trafic beaucoup plus importantes et nous avons donc une chance réelle justement dans ce domaine-là de faire une percée sur le marché.

Question société MTE

Que pensez-vous de l'évolution des coûts de construction des lignes nouvelles imposés par les défenseurs de l'environnement ? Je pense que cette question est particulièrement aiguë en Allemagne, j'ai visité il y a quelques semaines le chantier de construction de la ligne Mannheim-Stuttgart, il y a en particulier la construction d'un tunnel dans la plaine du Rhin et on refait également tout l'aménagement autour de la ville nouvelle pour regrouper les routes et les voies ferrées. Que pensez-vous de cette évolution des coûts ?

Réponse

Oui, le niveau élevé des coûts n'est pas dû aux « verts », mais le tracé dans la vallée du Rhin a été très difficile en raison de la multitude d'infrastructures qui traversent les agglomérations, et également pour aménager des aires de repos. On fait toujours la comparaison entre la ligne nouvelle Paris Sud-Est et les lignes nouvelles en république fédérale d'Allemagne, les différences ne sont certainement pas dues à l'environnement.

Question

M. Krull a dit tout à l'heure qu'il espérait beaucoup de l'augmentation de la vitesse pour avoir une augmentation du nombre de voyageurs. Je crois également qu'à travers cette augmentation des vitesses il y a également l'augmentation de la fréquence des dessertes. Comment dans ce cas avec des vitesses de l'ordre de 250 km/h et une fréquence assez élevée peut-on penser inclure un trafic marchandises ? Je n'arrive pas bien à comprendre.

Réponse

M. Krull

Oui, ceci est possible si nous parvenons à un démixage des trains, nous envisageons de faire rouler au cours de la journée des trains de voyageurs et pendant la nuit les trains de marchandises. Nous avons également des marchandises qui ne sont pas tellement pressées et que l'on peut transporter par des trains circulant sur les anciennes lignes.

Question

Je voudrais vous demander comment vous ferez alors l'entretien des installations fixes si de jour vous avez les trains de voyageurs et de nuit les trains de marchandises ?

Réponse

M. Krull

Les programmes d'exploitation seront prévus pour permettre l'entretien pendant la nuit bien qu'il y ait circulation de trains de marchandises. Les services de l'entretien auront à définir de nouveaux procédés d'entretien.

Question de M. Frohenmayer

Je travaille à la commission européenne, je constate que les plans de la DB en matière d'aménagement et de construction de lignes nouvelles prévoient un réseau qui forme en fait un arc de cercle entre Hambourg et Munich. Ma question résulte certainement de ma position à Bruxelles, mais peut-être que cela rejoint l'intérêt de votre réseau.

On peut regretter que ces plans ne tiennent pas compte de liaisons internationales vers la Belgique, vers la Hollande ou vers Paris. Donc ma question sera concrète, même s'il s'agit d'un excès de pouvoir : comment sont élaborés vos plans en matière de besoins, est-ce qu'ils sont fondés seulement sur les besoins intérieurs du pays, par ailleurs y a-t-il des consultations régulières avec les réseaux voisins pour précisément engager un processus d'accords qui pourrait répondre à l'intérêt de l'Europe dans son ensemble ?

Réponse

La DB est largement représentée à notre niveau, par conséquent on pourra certainement répondre à votre question. M. Linkerhagner vous a montré sur quelles lignes nous concentrons actuellement nos efforts, il a montré les lignes supplémentaires que nous envisageons dans le cadre de la mise à jour du plan d'infrastructures fédérales et vous savez qu'au niveau international il y a un grand projet Paris-Bruxelles-Cologne en cours d'étude qui s'intègre dans cette perspective.

Le comité scientifique du séminaire comprenait les personnes suivantes :

MM. Gérardin	cabinet du secrétariat d'Etat chargé des Transports président du Comité scientifique	France
Fredj	direction des Transports terrestres	
Frybourg	direction des Transports terrestres	
Morellet	institut de recherche des Transports	
Reynaud	service d'analyse économique et du plan	
Savy	Ecole nationale des ponts et chaussées	
Seguin	service des études, de la recherche et de la technologie	
Walrave	Société nationale des chemins de fer français	
Weber	Bundesministerium für Verkehr	RFA
Bandel	Bundesministerium für Forschung und Technologie	
Janiak	Deutsche Bundesbahn	
Baumgartner	Chemins de fer fédéraux	Suisse
Ruhl	ministère des Transports	Pays-Bas
Ben Akiva	Massachussets institute of technology	USA
De Waele	Conférence européenne des ministres des Transports	CEMT
Bouley	Union internationale des chemins de fer	UIC

Le comité d'organisation du séminaire présidé par monsieur Funel, ingénieur général des Ponts et Chaussées, comprenait les organismes suivants :

- direction des Transports terrestres (sous-direction des Affaires économiques, de la Sécurité et de la Technologie et service des chemins de fer),
- institut de recherche des transports,
- service d'analyse économique et du plan,
- service des études, de la recherche et de la technologie,
- centre d'études des systèmes et des technologies avancées,
- société nationale des chemins de fer français,
- union internationale des chemins de fer.

Le secrétariat du comité d'organisation était assuré par monsieur Moïsi (DTT - SAEST).

ACHEVÉ D'IMPRIMER
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE CHIRAT
42540 ST-JUST-LA-PENDUE
EN JUIN 1985
DÉPOT LÉGAL 1985 N° 0357



La grande vitesse ferroviaire, une nouvelle façon de voyager.

Rapide, très rapide, fréquente, de coût modéré, elle conduit les voyageurs de centre à centre.

Du 5 au 8 novembre 1984 à Paris, 300 experts se sont réunis pour exposer réalisations et projets : quelle est la clientèle de la grande vitesse ? Combien coûtent les lignes nouvelles ? Comment les financer ? Quels en sont les avantages ? Quels sont les problèmes d'environnement ? Quels réseaux sont prévus ?

Où l'on retrouve le TGV français, le Shinkansen japonais, leurs programmes d'extension, ainsi que les autres projets en République fédérale d'Allemagne, en Europe et en Amérique du Nord.

A l'initiative du ministère français des Transports, et des ministères allemands des Transports et de la Recherche et Technologie.

Et sous l'égide du Programme "Technologie, Croissance, Emploi", coopération internationale entreprise par les pays les plus industrialisés.