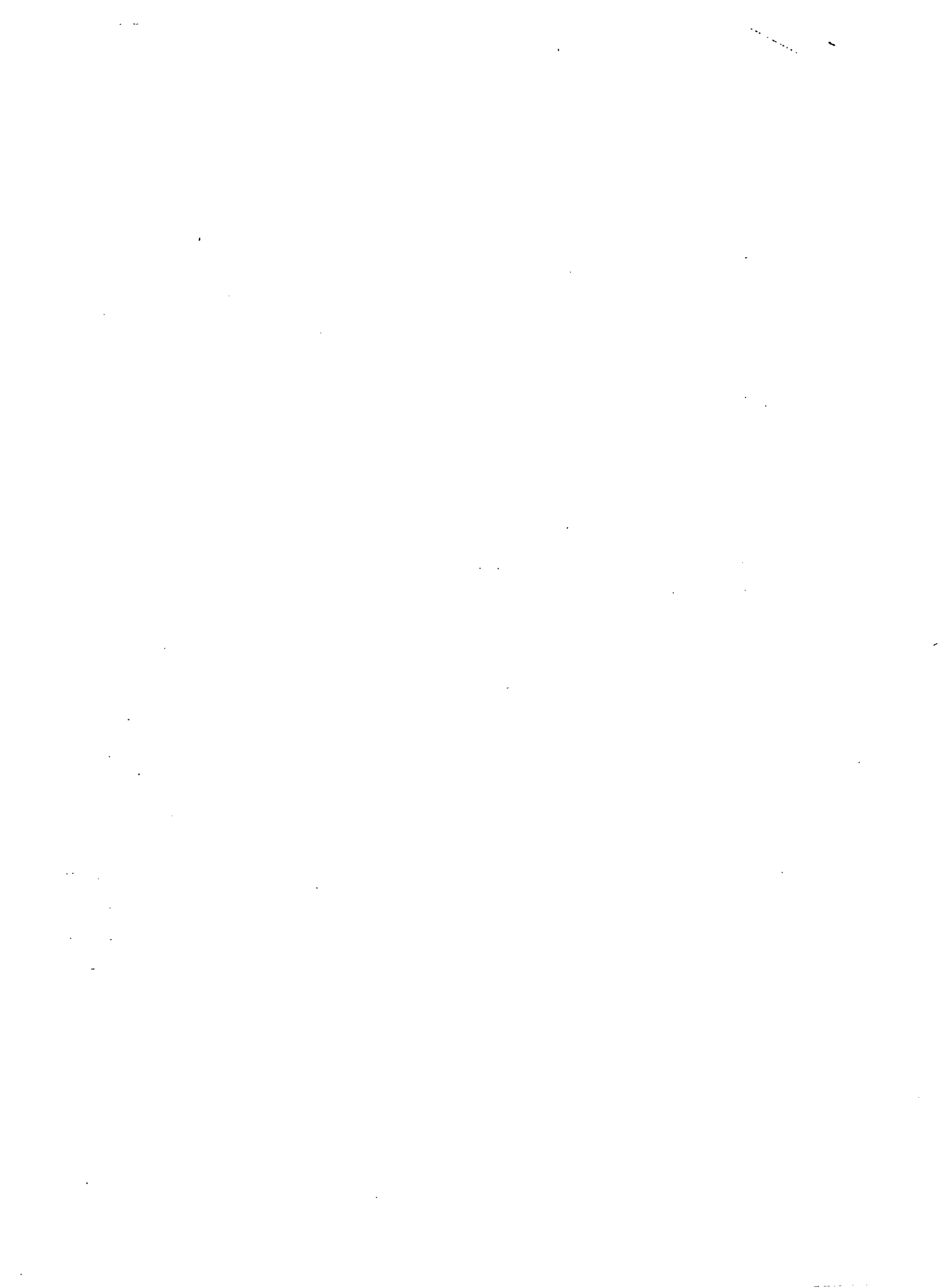


A N N E X E S

Service des Affaires Économiques
DOCUMENTATION
Bib. n°
CDAT
4527 B



Prévisions du trafic de la SNCF
en 1985

Le Groupe a établi ses prévisions de trafic pour la SNCF, en cohérence avec les travaux entrepris par diverses Commissions du Plan à l'horizon 1985. Dans ce but, il a utilisé les renseignements qu'il a pu recueillir tant auprès des rapporteurs de la Commission Nationale de l'Aménagement du Territoire que du Rapporteur Général de la Commission des Transports, pour les prévisions concernant l'ensemble des modes de transport.

1 - PREVISIONS "MARCHANDISES"

11 - Prévisions globales

Les renseignements recueillis par le Groupe lui ont permis d'effectuer une projection des tonnages et des tonnages kilométriques globaux (pour tous les modes de transports terrestres intérieurs), décomposée en six grandes catégories de trafic.

Ces projections sont fondées sur une hypothèse d'invariance de l'activité des transports par rapport à la "production intérieure brute", hypothèse qui a pu être vérifiée sur de longues périodes et dans de nombreux pays avec une précision largement suffisante pour cette étude. Il a d'ailleurs été possible d'établir, d'une part une prévision globale, d'autre part des prévisions sectorielles, par analyse directe de la situation de 1985 pour certains transports massifs, ce qui a fourni des recoupements intéressants, même si l'on doit admettre que les travaux utilisés ne sont pas indépendants.

- -

Il n'y a pas lieu d'attacher aux chiffres auxquels le Groupe s'est arrêté une précision qu'ils ne peuvent avoir. Ils représentent des volumes de transport qui lui ont d'ailleurs paru très élevés, mais ils sont cohérents avec les prévisions de croissance de l'économie française jusqu'en 1985 qui lui ont été fournies comme données.

En restant dans cette hypothèse de base de croissance rapide et continue de l'économie, la précision est probablement de l'ordre de 10 % à 20 %. Autrement dit, les volumes de trafic ainsi arrêtés seront atteints entre 1980 et 1990, ce qui ne peut fausser fondamentalement l'étude entreprise.

En raison de la nature des statistiques et des études antérieures qui ont du être utilisées, ne sont pas compris dans les évaluations :

les transports routiers à moins de 50 km
et les transports de pétrole brut par pipelines.

Les six groupes de marchandises étudiés sont :

A - les combustibles minéraux - La principale caractéristique de ce secteur en 1985 sera la réduction des aires de consommation autour des bassins de production et des grands ports d'importation (sidérurgie et centrales thermiques).

B - les hydrocarbures raffinés - La distance moyenne de transport aura tendance à s'abaisser en raison de la construction de raffineries intérieures et de la consommation accrue près des points d'importation (centrales thermiques côtières).

C - minerai de fer - Les principaux phénomènes à prendre en considération pour l'évolution de cette catégorie de transport sont l'utilisation croissante des minerais riches importés, l'enrichissement d'une partie du minerai de fer lorrain avant transport et la réduction probable du pourcentage de consommation des ferrailles dans la production d'acier.

...

D - industrie métallurgique - L'apparition de complexes sidérurgiques côtiers aura pour effet de tendre à diminuer la distance moyenne des transports.

E - Produits agricoles et divers - Ce secteur est à croissance relativement lente, mais la distance moyenne de transport est en progression en raison du développement des échanges internationaux.

F - Autres produits industriels et matériaux de construction - Ce secteur est à croissance particulièrement rapide.

L'ensemble des renseignements ainsi recueillis et recoupés par le Groupe se trouve dans le tableau I ci-après.

...

Tableau I - Prévisions globales marchandises
(tous modes de transport)

Unités - Tonnages : millions de tonnes

Tonnages kilométriques : milliards de tonnes kilométriques.

	1960			Prévisions 1985			Taux de croissance annuel	
	Tonnes	Tonnes -km	Distance moyenne	Tonnes	Tonnes -km	Distance moyenne	Tonnes	Tonnes -km
A -Combustibles minéraux	62,4	11,4	183	40	4,6	115		
B -Hydrocarbures raffinés	28,55	6,1	213	120	20,4	170		
C -Minerai de fer	41	4,1	100	45	2,5	56		
D -Industrie métallurgique	61,65	15	243	155	34	219	3,7	3,3
E -Produits agricoles et divers	171,35	38,15	223	350	90	257	2,9	3,5
F -Autres produits industriels et matériaux de construction	99,4	18,35	185	430	77,5	180	6	5,9
Total	464,35	93,1	200	1 140	229	201	3,7	3,7

- -

12 - Répartition du trafic global marchandises entre les différents modes de transport

Si le Groupe n'a retenu qu'une seule prévision de trafic global, il a par contre estimé indispensable, pour la répartition entre les différents modes de transport, de procéder à une recherche plus ouverte permettant de définir des limites inférieure et supérieure de la part ferroviaire. - Ces limites ont été évaluées en fonction des taux de croissance maximum et minimum qu'il lui a paru raisonnable d'assigner aux autres modes de transport, selon les politiques qui pourront être suivies en matière d'investissement et les résultats qui pourront être obtenus dans l'application de la coordination tarifaire - Les fourchettes retenues en définitive par le Groupe lui ont paru assez larges pour recouvrir toutes les situations possibles en 1985, l'hypothèse basse de la part ferroviaire étant limitée par les taux de croissance qu'il n'a pas paru réaliste de dépasser pour les autres modes de transport et l'hypothèse haute par l'effet maximum que pourrait avoir l'insuffisance de crédits d'infrastructure sur le développement de ces autres modes de transport.

Le Groupe a estimé d'autre part que l'hypothèse ferroviaire basse pourrait être aussi utilisée pour examiner la situation qui correspondrait à un taux de croissance plus modéré de l'économie.

Les répartitions sont effectuées uniquement en tonnages kilométriques, unité qui mesure le mieux l'activité respective des modes de transport. Les prévisions d'évolution des distances moyennes de transport pour chacun d'eux ne pourraient être, en effet, que qualitatives.

Les résultats de cette étude sont donnés dans le tableau II ci-après.

TABLEAU II

Répartition du trafic global de marchandises en tonnes-kilomètres entre les différents modes de transport

Unité milliard de T.K.- les nombres portés entre parenthèses en dessous des quantités représentent les pourcentages.

	1 9 6 0					1 9 8 5					Hypothèses limites									
						Hypothèse intermédiaire					Hypothèse faible					Hypothèse forte				
	Eau	Route	Fer	Pipe	Total	Eau	Route	Fer	Pipe	Total	Eau	Route	Fer	Pipe	Total	Eau	Route	Fer	Pipe	Total
A/Combustibles minéraux	1,75 (15)	0,25 (2)	9,4 (83)		11,4 (100)	0,6 (13)		4 (87)		4,6 (100)	0,6 (13)		4 (87)		4,6 (100)	0,6 (13)		4 (87)		4,6 (100)
B/Hydrocarbures raffinés	1,8 (30)	1,3 (21)	2,7 (44)	0,3 (5)	6,1 (100)	3,4 (17)	3,5 (17)	4 (19,5)	9,5 (46,5)	20,4 (100)	2,4 (12)	3,5 (17)	4 (19,5)	10,5 (51,5)	20,4 (100)	3,9 (19)	3,5 (17)	4,5 (22)	8,5 (42)	20,4 (100)
C/Minerai de fer Fer			4,1 (100)		4,1 (100)	0,5 (20)		2 (80)		2,5 (100)	0,5 (20)		2 (80)		2,5 (100)			2,5 (100)		2,5 (100)
D/Industrie métallurgique	1,1 (7)	3,7 (25)	10,2 (68)		15 (100)	3 (9)	9 (26,5)	22 (64,5)		34 (100)	3,5 (10)	12,5 (37)	18 (53)		34 (100)	2,5 (7,5)	6,5 (19)	25 (73,5)		34 (100)
E/Produits agricoles	1,6 (4)	11,85 (31)	24,7 (65)		38,15 (100)	3,5 (4)	32,5 (36)	54 (60)		90 (100)	4 (4,5)	42 (46,5)	44 (49)		90 (100)	3 (3,5)	23 (25,5)	64 (71)		90 (100)
F/Produits industriels et matériaux	3,2 (17,5)	6,25 (34)	8,9 (48,5)		18,35 (100)	10 (13)	33,5 (43)	34 (44)		77,5 (100)	14 (18)	37,5 (48,5)	26 (33,5)		77,5 (100)	7 (9)	28,5 (37)	42 (54)		77,5 (100)
Total	9,45 (10)	23,35 (25)	60 (65)	0,3	93,1 (100)	21 (9)	78,5 (34)	120 (53)	9,5 (4)	229 (100)	25 (11)	95,5 (41,5)	98 (43)	10,5 (4,5)	229 (100)	17 (7,5)	61,5 (27)	142 (62)	8,5 (3,5)	229 (100)
Taux de croissance annuel						3,2	5 à 5,5(x)	2,8		3,7	4	5,8 à 6,3(x)	2		3,7	2,4	4 à 4,5(x)	3,5		3,7

(x) Le taux de croissance est assez différent selon que l'on prend comme année de référence l'année 1960 ou l'une des années encadrantes (1959 ou 1961), d'où les deux chiffres.

- -

13 - Variations saisonnières et régionalisation des prévisions de trafic marchandises ferroviaire

Actuellement, le trafic marchandises de la SNCF est assez bien réparti sur onze mois de l'année ; seul le mois d'août présente un creux important. Le Groupe n'a pas fait d'hypothèse sur les variations saisonnières de ce trafic. Il a admis que le problème de l'étalement des congés annuels aura été au moins partiellement résolu en 1985 et que le creux du mois d'août se sera donc estompé.

Un résultat est à remarquer dans le tableau précédent : les transports massifs, combustibles minéraux et minerais de fer, qui représentent en 1960 22,5 % des tonnes kilométriques, concentrées sur quelques sections de ligne, n'en représenteront plus que 6 % environ en 1985.

En ce qui concerne la régionalisation de ces prévisions de trafic, la SNCF a établi, pour ses prévisions de trafic en 1970, un modèle comportant un découpage de la France en 21 régions et un sectionnement schématisé du réseau ferroviaire en 50 sections d'échanges interrégionaux, qui permet de calculer une projection de la répartition du trafic en fonction de taux d'expansion différenciés par région. Ces calculs ont été extrapolés jusqu'en 1985 selon deux cheminements différents : d'une part, poursuite de l'évolution en fonction de taux d'expansion différenciés, d'autre part, homothétie de la situation prévue en 1970. Ces prévisions, qui supposent une certaine continuité d'évolution, ont été infléchies pour tenir compte d'éléments particuliers à certaines lignes : lignes à forte densité de transports massifs, accroissement relatif des échanges internationaux, création d'un ouvrage de traversée de la Manche.

Ces calculs ont conduit, pour l'hypothèse intermédiaire de trafic, à des coefficients d'augmentation des densités de trafic selon les sections de lignes comprises entre 1,5 et 2,75.

2 - Prévision de trafic ferroviaire "voyageurs"

Les incertitudes qui pèsent sur l'évolution du trafic de voyageurs de la SNCF sont plus importantes encore que pour le trafic de marchandises.

La méthode employée pour les prévisions marchandises n'est pas adaptée aux prévisions voyageurs. La part "transport par fer" dans les dépenses des particuliers, peut évoluer rapidement, même à assez court terme, selon des motivations qu'il est difficile d'appréhender quantitativement. D'autre part, il n'existe pas de décompositions statistiques précises, sur une période de référence suffisante, entre trafics de catégories différentes tels que trafic de banlieue, trafic d'échanges entre villes situées à distance moyenne, susceptible de développement, trafic d'affaires entre centres éloignés, soumis à la concurrence de l'avion, trafic de vacances, soumis à la concurrence de la voiture particulière, surtout en été. Le Groupe s'est donc borné à distinguer le trafic de la banlieue parisienne de l'ensemble du reste, globalement désigné comme trafic des grandes lignes.

21 - Trafic de la banlieue parisienne

Il est apparu, au cours des dernières années, une relation assez stable entre l'évolution du trafic et celle de la population de la région parisienne. Cette relation a été extrapolée, en tenant compte toutefois des pertes de trafic dues aux cessions éventuelles de lignes de la SNCF à la RATP.

Cette extrapolation a conduit à une prévision de 6 milliards de voyageurs-kilomètres en 1985 pour 4,7 en 1962.

22 - Trafic des grandes lignes

Une corrélation a été étudiée entre l'évolution de ce trafic et celle de la consommation des ménages, sur la période 1949-1962.

Le chiffre auquel elle conduit pour 1985 (49 milliards de voyageurs-kilomètres) est entaché d'une forte incertitude. Le groupe a toutefois admis que l'hypothèse maximale ne pouvait lui être que faiblement supérieure. Elle pourrait résulter d'une politique volontariste d'encouragement du transport par fer pour soulager les investissements routiers (la circulation de voitures particulières devant se trouver pratiquement triplée en 1985 par rapport à la circulation actuelle). Par contre, l'hypothèse minimale du groupe a été formulée en admettant une évolution parallèle à celle constatée aux Etats-Unis. Elle comporte une réduction progressive du taux d'accroissement du trafic jusque vers 1975, l'accroissement se poursuivant au-delà à un rythme proche de celui de la population, mais aucune régression n'étant cependant amorcée avant 1985.

Le trafic voyageurs "Grandes lignes" de la SNCF a été de 27,5 milliards de vk en 1960. Les hypothèses minimales et maximales retenues pour 1985 sont de 39 et 54 milliards de vk, l'hypothèse intermédiaire étant de 46,5 milliards de vk.

23 - Trafic voyageurs total

Les chiffres auxquels le Groupe a été conduit sont donc les suivants :

hypothèse minimale	39	+ 6 = 45 milliards de vk
hypothèse intermédiaire	46,5	+ 6 = 52,5 milliards de vk
hypothèse maximale	54	+ 6 = 60 milliards de vk

Le Groupe n'a pas jugé possible de procéder à des affectations différentes des accroissements de trafic selon les lignes, les moyens méthodologiques faisant défaut.

Les hypothèses concernant les pointes et les variations saisonnières de trafic font partie des facteurs dont le Groupe a jugé intéressant d'étudier l'incidence en 1985 et sont donc définies aussi bien dans l'hypothèse centrale que dans la variante plus particulièrement destinée à l'étude de cette question.

Calcul des besoins en matériel roulant en 1985
(Hypothèse centrale)

	1963	1985
<u>Prestations de trafic</u> (en 10 ⁹ uk)		
Voyageurs kilomètres	36,8	52,5
Tonnes kilomètres taxées	65,2	120
<u>Parcours des trains</u> (1) (en 10 ⁶ km)		
Voyageurs	221	255
Marchandises	215	358
	<hr/>	<hr/>
Total	436	613
<u>Parcours des engins de traction</u> (en 10 ⁶ km)	556	770
dont : locomotives électriques	231	436
automotrices électriques	38	58
locomotives diesel	54	166
autorails	106	110
locomotives à vapeur	127	-
<u>Effectifs moyens annuels</u> (en unités)		
locomotives électriques	1 880	3 360
automotrices électriques	500	725
locomotives diesel	1 030	2 270
autorails	1 100	1 100
locomotives à vapeur	3 020	-
voitures grandes lignes	6 850	8 570
voitures omnibus	3 120	2 600
matériel de banlieue(2) (caisses)	2 150	2 600
wagons (ou équivalence en wagons à 2 essieux)	288 700	325 000

(1) Les parcours ainsi calculés tiennent compte des parcours de trains de service et de wagons de particuliers vides.

(2) Ces chiffres comprennent les automotrices électriques, dont les besoins globaux (services de banlieue et autres services) sont évalués à part.

Estimation des besoins en wagons
au 31 décembre 1985

Eléments du calcul

(Hypothèse centrale)

TABLEAU 1 - Evolution du % du tonnage total transporté
en wagons P

Groupes	1958	1962	1985
A - Combustibles minéraux	42	54	70
B - Hydrocarbures	89	92	100
C - Minerai de fer	96	98	100
D - Industrie métallurgique	10	13	20
E - Produits agricoles et divers	15	19	30
F - Produits industriels et matériaux	20	34	50
% moyen pondéré	38	45	48 (1)

(1) La faible progression de la proportion du trafic en wagons P, entre 1962 et 1985, tient au fait que le tonnage de minerai de fer, transporté à près de 100 % en wagons P, accuse pendant cette période une baisse considérable.

TABLEAU 2 - Evolution du chargement moyen du wagon-réseau

Groupes de marchandises	Chargement moyen (tonnes)		
	1962	1970	1985
A - Combustibles minéraux	20,5	21	25
B - Hydrocarbures	16,1	18	*
C - Minerai de fer	24,8	25	*
D - Industrie métallurgique	16,1	17	18
E - Produits agricoles et divers	7,7	9,9 ⁽¹⁾	11,5 ⁽²⁾
F - Produits industriels et matériaux	18,4	20	23
Chargement moyen pondéré	11,6	13,2	15,5

* Aucun transport en wagons réseaux.

(1) L'augmentation du chargement moyen pondéré pour le groupe E est due à une modification de structure : forte augmentation des trafics lourds (céréales, engrais), fléchissement de certains trafics à faible chargement (bois, animaux), ainsi qu'à l'augmentation escomptée du chargement moyen du wagon de détail, liée au développement des affectations directes entre gares-centres.

(2) Bien que l'on ne dispose pas d'informations valables sur la structure de ce groupe en 1985, on a tenu compte d'une stabilité des tonnages transportés en détail et d'une augmentation à 3 t environ du chargement moyen du wagon de détail.

TABLEAU 3 - Estimation de l'effectif en exploitation
nécessaire en 1985

	1962	1985
- Chargements annuels (en milliers)	9 800	11 700
- Chargements hebdomadaires en pointe (fin d'année)	238 000	280 000
Durée de rotation moyenne (jours)	7,5	7,25
Effectif utilisable	253 000	290 000
-Wagons immobilisés	23 000	15 000
- Wagons SNCF, RIV hors de France	12 000	20 000
- Correction pour navettes betteraves (wagons X)	4 000	-
Effectif en exploitation en fin d'année	292 000	325 000

Programme de commandes des principales
catégories de matériel roulant
de 1966 à 1985

(Hypothèse centrale)

	Besoins d'accroissement du parc exploitable de 1966 à 1985	Radiations 1966-1985	Total des commandes 1966 à 1985
Locomotives électriques de ligne	1 360	610	1 970
Locomotives Diesel	810	110	920
Autorails	-	1 050	1 050
Voitures de grandes lignes	1 675	3 075	4 750
Wagons (en équivalent de wagons à deux essieux)	41 000	202 000	243 000

Estimation détaillée des investissements prévus
pour la période 1966-1985
(Hypothèse centrale)

(en millions de F)

I - Investissements d'infrastructureRéseau primaire (y compris banlieue
parisienne)

Capacité des lignes (voies nouvelles et évitements)	350
Block automatique lumineux	450
Electrifications	2 000
Triages :	
capacité	350
productivité	600
automatisation	<u>650</u>
	1 600

Installations fixes diverses :

Installations fixes de traction électrique	300
signalisation (sauf BAL)	750
télécommunications	850
passages à niveau (annonces, sécurité)	450
suppression de passages à niveau	300
voie et ouvrages d'art	900
embranchements particuliers	200
gares	2 500
établissements MT et VB	850
logements	750
installations pour le personnel et divers	<u>650</u>
	8 500

Réseau des acheminements terminaux

Installations fixes diverses :

signalisation	20
voie et ouvrages d'art	50
passages à niveau	10
suppression de passages à niveau	30
embranchements parti- culiers	20
divers	<u>30</u>
	160
	<u>13 060</u>
Somme à valoir	<u>1 440</u>

Total des investissements d'infrastructure 14 500

...

II - Matériel roulant

Locomotives électriques de ligne 1970 × 1,6 ^M	=	3 150
Locomotives électriques de manoeuvre 130 × 1	=	130
Automotrices électriques 490 × 1,25	=	610
Locomotives Diesel 920 × 1,8	=	1 660
Autorails 1 050 × 0,9	=	950
Voitures grandes lignes 4 750 × 0,45	=	2 140
Voitures omnibus 100 × 0,4	=	40
Voitures ou remorques de banlieue 1 200 × 0,4	=	480
Wagons 243 000 × 0,036	=	8 740
		<hr/>
		17 900
Transformations de matériel roulant		1 300
Attelage automatique		1 400
		<hr/>
		20 600
		<hr/>
	Somme à valoir	2 000
		<hr/>
		22 600

22 600

III - Pour mémoire

Participations financières		650
Mobilier et outillage		850
Frais généraux		2 400
		<hr/>
	TOTAL	41 000

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

Les études faites par ailleurs montrent qu'à l'horizon de 1985, la SNCF pourra écouler l'ensemble du trafic voyageurs et marchandises actuellement prévu sans qu'il soit nécessaire de construire de nouvelles infrastructures. Toutefois, les progrès réalisables en ce qui concerne le service voyageurs seraient relativement limités. Il a, notamment, été prévu que la vitesse-limite des trains n'excéderait pas 160 km/h, sauf sur certaines sections où des aménagements peu coûteux le permettraient, ceci tant en raison des difficultés que soulèveraient des vitesses plus élevées sur des lignes dont les caractéristiques n'y sont pas adaptées que des problèmes posés par la coexistence du service voyageurs et d'un service marchandises très chargé.

La création de lignes spécialisées au service voyageurs, si elle apparaissait économiquement justifiée, permettrait de réaliser, en matière de vitesse, de substantiels progrès. Deux solutions peuvent être envisagées à cet égard :

- la formule "aérotrain"
- le chemin de fer classique, mais avec des caractéristiques adaptées aux grandes vitesses.

L'étude sommaire de ces deux solutions, pour la relation Paris-Lyon, a conduit aux premières constatations suivantes :

...

1°) Formule "aérotrain"

Il s'agit de l'application du système dit "à coussin d'air".

L'infrastructure, à deux voies, constituées chacune par une poutre en béton en forme de T inversé, aurait les caractéristiques suivantes :

- rayon minimum des courbes : 3 000 m
- déclivités ou rampes maxima : 5 %
- rayon minimum de raccordement dans le sens vertical : 6 000 m
- entr'axe des voies : 5,50 m

Chaque surface de glissement pourrait être posée soit directement sur le sol, soit sur viaduc de hauteur variable suivant le profil et les difficultés rencontrées. Il n'y aurait pas de tunnels.

Le tracé étudié part de Boissy-St-Léger (terminus du RER) pour aboutir au nord de Lyon entre la Saône et le Rhône (1). Sa longueur est de 410 km.

Le coût des travaux serait, aux conditions actuelles, de 730 M de F, mais ce chiffre serait à majorer du coût des terrains, des aménagements de gares, des dépôts et ateliers, des voies d'évitements et de secours, des installations de signalisation et de télécommunications, des systèmes de protection des voies au sol. En l'état actuel des informations, aucune estimation n'a pu encore être faite de ce coût. On peut estimer, en première approximation que le montant total des investissements "infrastructure" serait de 1,2 milliard de F.

(1) Il paraît difficile de faire pénétrer ce mode de transport au coeur de l'agglomération parisienne ou lyonnaise. Il perdrait donc sur les parcours terminaux une partie de l'avantage que sa vitesse lui apporterait sur le chemin de fer actuel.

L'exploitation serait faite par des unités d'une capacité de l'ordre de 100 places, propulsées par un moteur de 3000 ch actionnant une hélice et dont la vitesse normale de circulation serait de 400 km/h. Le freinage normal s'obtiendrait par inversion du pas de l'hélice. Un freinage de sécurité serait réalisé par suppression du coussin d'air et contact direct de bandes de frottement avec la poutre en béton.

Il paraît difficile, en raison de ces caractéristiques, d'envisager un débit horaire maximum supérieur à 10 circulations dans chaque sens, soit un millier de places : à peine la capacité d'un train de voyageurs actuel de la SNCF. Ce chiffre pourrait être triplé s'il était possible de coupler plusieurs unités (3 au maximum).

Il apparaît donc d'ores et déjà que l'aérotrain serait un mode de transport à prix de revient élevé et il faudrait attribuer au facteur "vitesse" une valeur d'usage également élevée pour que le recours à un tel mode de transport puisse se justifier.

Il est possible que d'ici 1985, une telle formule puisse apporter une solution à un problème spécifique de liaison rapide à courte ou moyenne distance, mais elle ne paraît pas répondre aux problèmes que posera, pendant cette période, le développement du réseau primaire de la SNCF et la saturation de certains de ses éléments.

2°) Chemin de fer classique

Il s'agirait d'une ligne à double voie type "Tokaido" :

- courbes de rayon minimum : 3 000 m
- déclivités et rampes maxima : 10 à 15 ‰
- entr-axe minimum : 4 m
- pas de passages à niveau.

Son tracé serait sensiblement celui de l'aérotrain, mais avec possibilité de pénétration dans Paris et dans Lyon. Le coût au km, y compris électrification, signalisation ... etc. peut être estimé à 6 millions de F, soit un investissement total de 2,60 milliards de F (1).

La desserte pourrait s'effectuer par trains du type classique ou par rames automotrices à une vitesse maximum de 250 km/h. La capacité de chaque circulation serait d'un millier de places, soit une capacité maximum horaire sur chaque voie de 12 à 15 000 places. L'automatisation pourrait, sur une telle ligne, être très poussée, ceci pour des raisons de sécurité beaucoup plus que pour réaliser des économies d'exploitation.

Mais 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 vk et 13,5 milliards de tk 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.

(1) Le coût de la ligne du Tokaïdo, d'une longueur de 500 km, est estimé à 5 milliards de F, mais elle est située dans une région montagneuse et très peuplée et comporte une proportion élevée de viaducs et de tunnels.

Variante concernant l'allongement des trains
sur certaines lignes

L'allongement des trains sur certaines lignes peut être envisagé comme un moyen d'augmenter la capacité de ces lignes, de façon à éviter de recourir à d'autres solutions, telles que l'utilisation d'un autre itinéraire ou le quadruplement de la ligne(1).

Il est bien clair que, s'agissant de lignes dont la capacité, au moins à terme, est préoccupante, ces lignes sont supposées équipées de block automatique lumineux, et de voies d'évitement dans les principales gares et en certains points de la pleine voie.

Concrètement, le groupe a supposé que les trains de grande longueur ainsi mis en circulation seraient formés (et dégroupés) dans les gares terminales, et éventuellement dans certaines gares intermédiaires de la ligne, en soudant au moment du départ (ou en scindant à l'arrivée) deux trains de longueur normale, sans remaniement dans le classement des engins de traction. Ainsi, chaque demi-train conserve son indépendance propre le plus longtemps possible et peut même la recouvrer exceptionnellement en cours d'acheminement, si les circonstances l'exigent.

Avec cette formule, la SNCF aurait donc à réaliser dans les gares importantes et en certains points de la ligne, à titre d'évitement, des voies de 1 500 m de longueur utile, soit 1 550 à 1 600 m de longueur réelle.

...

(1) ou plus exactement à retarder le recours à ces solutions pendant un délai suffisamment long pour que l'opération soit économiquement intéressante.

Une telle formule ne se prête pas à une étude globale dans l'abstrait ; aussi, le Groupe a-t-il choisi comme exemple le cas de la ligne de Dijon à Lyon.

Après examen des conditions propres à cette ligne, il a été constaté qu'il serait nécessaire dans ces conditions :

- d'installer 6 voies de grande longueur (1 600 m) pour le groupement et le dégroupement des trains dans chacun des deux triages situés aux extrémités de la section, soit Gevrey et St Germain au Mont-d'Or, d'équiper ces voies pour la traction électrique et de les munir de signalisation lumineuse pour l'accès à partir des voies principales et vers celles-ci ;

- d'aménager 4 voies de même longueur dans chacune des gares de Chagny, Chalon et Macon, destinées à la fois à assurer le groupement et le dégroupement éventuel de trains en provenance ou à destination de lignes affluentes, et à permettre leur dépassement par les trains plus rapides. Ces voies devraient être équipées pour la traction électrique et d'une signalisation automatique de voie principale ;

- d'allonger à 1 600 m, 19 des 27 garages situés en pleine ligne ou dans les petites gares entre Gevrey et St Germain au Mont-d'Or. Bien entendu, ces garages devraient être pourvus d'installations fixes de traction électrique et d'une signalisation automatique de voie principale.

Le projet comprend donc au total l'installation de 43 voies de 1 600 m environ ; pour 19 d'entre elles il s'agit d'un allongement de voies d'évitement existantes ; pour la plupart des autres, et compte tenu de la disposition générale des lieux, il faut envisager des voies entièrement nouvelles. (1)

Cette consistance a été fixée, non pas pour permettre d'acheminer la totalité du trafic sur l'axe Dijon - Lyon selon la formule des trains soudés, solution qui serait de toute façon irréalisable,

(1) Dans les triages, les communications obligatoires des voies nouvelles avec les faisceaux d'arrivée et d'attente au départ conduiront d'ailleurs à poser des longueurs supplémentaires relativement importantes de voies de liaison.

mais comme solution de l'ampleur maximum compatible avec le maintien de la conception générale des deux triages et des 3 grandes gares. Un plus grand nombre de voies de grande longueur conduirait en effet à une refonte complète des installations de ces gares donc à des dépenses d'un niveau considérable.

D'après les études de circulation qui ont été effectuées, il est apparu que ces installations permettraient de faire circuler en trains groupés, dans les conditions du trafic de 1963, la totalité des trains de matériel vide et 60 % des trains du RO à charge.

Il en résulte que d'importants détournements par la ligne de la Bresse resteraient nécessaires à l'échéance de 1985 et que l'équipement de cet itinéraire en block automatique lumineux pourrait simplement être différé de dix ans environ.

Quant à l'électrification de la ligne Dijon - Bourg, il est plus malaisé de prendre parti à son sujet : s'agissant d'une opération de productivité, elle n'a pas de date de réalisation impérativement nécessaire. La solution qui paraît logique à son sujet est de retenir un délai de différé tel qu'on réalise l'électrification au moment où le trafic, compte tenu de la réalisation de l'opération "trains soudés" sur l'axe direct, retrouve un niveau équivalent à celui pour lequel on se propose à l'heure actuelle de réaliser l'opération. Comme pour le block automatique lumineux, on constate que l'importance de ce différé est d'environ 10 ans.

Il correspond à ces différés une dépense unique équivalente à la date d'origine de 86,6 M F.

L'annuité d'intérêt et d'amortissement en 35 ans (durée de vie approximative pondérée des équipements en cause) de cette somme est de 6,7 M F.

Un différé de 10 ans d'une telle annuité a une valeur actualisée à l'année d'origine de 50,2 M F.

C'est à ce chiffre qu'il faut comparer le coût d'équipement de l'itinéraire direct.

En face de ce résultat, il n'a pas été procédé à un calcul précis (qui serait très long) de ce coût d'équipement. En effet, il est certain que cette somme dépasse très sensiblement 50 M.

La SNCF aurait en effet à construire 24 voies nouvelles de 1 600 m et à allonger de 800 m 19 voies existantes, soit au total à créer 53,6 km de voie, équipée de BAL et d'installations fixes de traction électrique.

Une étude rapide de prix standard montre, que dans des conditions favorables de terrain, cette construction complètement à neuf ne revient pas à moins de 1 M par km, soit 53 ou 54 M pour le programme en question. Mais, dans le cas particulier, ces travaux seraient à mener par remaniement d'installations existantes et on sait d'avance que ces remaniements seraient difficiles à exécuter, et conduiraient à des prix unitaires bien plus élevés.

Dans les gares, en effet, il faudrait déplacer de proche en proche de nombreuses installations existantes, ce qui coûterait selon les cas deux ou trois fois plus cher ou davantage encore que la création des voies nouvelles si leur emplacement était disponible au départ. Quant aux évitements, ils ont été placés, avec une longueur de 800 m, aux endroits les plus favorables compte tenu de cette longueur, mais le doublement de celle-ci poserait des problèmes difficiles : remblais importants, démolition d'immeubles, engagement de passages à niveau qu'il faudrait supprimer par des ouvrages permanents, etc.

Le prix de base minimum de 50 M F environ, qui serait justement le seuil d'indifférence entre les deux solutions, serait donc multiplié par un facteur non défini, mais au moins égal à 2 ou 3 et peut être plus élevé encore.

Dans le cas particulier, la solution n'est donc pas à retenir. Compte tenu des ordres de grandeur constatés, il semble bien que le résultat soit transposable à toute ligne pour laquelle existe un itinéraire de substitution commode. Comme le réseau français est très maillé et que les diverses lignes peuvent se prêter mutuellement assistance, il ne peut exister a priori que des cas particuliers très limités où la solution puisse être intéressante.

Variante sur l'automatisation de la circulation

L'automatisation de la circulation(1) doit à long terme être envisagée sous deux aspects :

- celui des possibilités techniques de réalisation,
- celui de l'intérêt pratique de son emploi.

L'état actuel des recherches, des expérimentations et des réalisations permet de fixer quelques directions et de jalonner sommairement l'évolution des prochaines années.

Les réalisations présentes portent essentiellement sur l'automatisation de la signalisation et des installations dites de sécurité (block automatique, postes PRS, passages à niveau, commandes centralisées, avec ou sans programmation des itinéraires). Une somme de 50 MF d'autre part **est réservée pour quelques réalisations dites "de techniques non encore classiques"**, au titre de l'hypothèse centrale. C'est seulement à titre de variante qu'on peut envisager un développement important de ces techniques.

...

(1) Il est précisé que cette annexe vise seulement l'automatisation de la circulation en pleine ligne. L'automatisation des opérations de triage, dont une première étape importante fait d'ailleurs partie intégrante de l'hypothèse centrale, en est donc exclue.

Dans ce domaine, les essais et expériences en cours concernent :

- le freinage automatique,
- la réalisation par un engin de traction d'une vitesse imposée ou d'une marche programmée,
- les liaisons train-sol.

Freinage automatique

Des essais satisfaisants ont déjà été réalisés et d'ici quelques mois une section expérimentale sera exploitée sur la région Sud-Ouest : la vitesse des circulations y sera automatiquement limitée à celle autorisée par la signalisation grâce à un système de signaux électriques, soit ponctuels (émis dans de courtes sections isolées de la voie aux abords immédiats des signaux et captés par la machine), soit linéaires (émis en tout point de la voie en fonction de l'indication présentée par les signaux situés à l'aval et fixant en conséquence à tout moment la vitesse maxima).

Réalisation par un engin de traction d'une vitesse ou d'une marche programmée

Sur certaines automotrices de banlieue, à titre de première expérimentation, un programmeur réalise sans autre intervention humaine la vitesse "affichée" par le conducteur sur le pupitre de commande.

Liaisons train-sol

Des expériences sont en cours sur Dijon - Vallorbe pour réaliser une liaison radiotéléphonique permanente (tunnels compris) entre les engins de traction et le poste central de régulation (émission entre deux fils parallèles portés par les mêmes supports que la caténaire).

Les résultats acquis ou en vue dans ces essais, et les réalisations des domaines non ferroviaires, laissent penser que rien, sur le plan technique, ne s'opposerait dans les vingt prochaines années à une large application de ces dispositifs d'automatisation aux circulations ferroviaires.

Les conditions d'emploi effectives, compte tenu de l'importance des investissements nécessaires qu'il n'est pas encore possible de chiffrer à l'heure actuelle, se trouveront déterminées par l'aptitude de ces dispositifs à satisfaire aux impératifs de l'exploitation ferroviaire, à savoir :

- rentabilité
- sécurité et régularité élevées
- possibilité de débit important.

Ce sont ces impératifs-mêmes qui ont conditionné jusqu'à présent la réalisation des automatismes déjà nombreux du chemin de fer, qui ont procuré des gains spectaculaires de débit et de sécurité ainsi que des économies sensibles de gestion (block automatique, postes "presse-bouton", répétition des signaux sur les machines, automatisation des barrières de passages à niveau, dispositif de veille automatique dit "d'homme mort", limitant les effectifs de personnel roulant à un minimum difficilement compressible) et qui, bien entendu, seront vigoureusement développés.

Au point où en sont les études et recherches, il n'apparaît pas qu'une automatisation très poussée de la circulation dans des branches encore non classiques, apporte à elle seule des suppléments notables de débit ou des réductions d'effectifs très sensibles. Sur ce dernier point, en effet, les conditions qui prévalent pour l'exploitation des grands réseaux européens d'intérêt général requièrent un minimum de présence humaine, aussi bien à bord des trains qu'en parcours, minimum

qui semble de peu inférieur au niveau qui pourra être atteint sur les grandes lignes de la SNCF lorsque le personnel des gares et des passages à niveau aura encore pu être sensiblement réduit par la réalisation des programmes explicités d'autre part.

En sus du développement des formes déjà classiques de l'automatisation de la circulation, le degré d'automatisme qui sera réalisé d'ici 1985 dépendra donc essentiellement :

- des gains spécifiques de sécurité qui seront rendus possibles,
- de la réduction de certains postes de dépenses, comme l'énergie, dont l'optimisation de la consommation serait tout naturellement introduite dans les programmes,
- de l'éventuelle nécessité pouvant survenir, pour des motifs très divers, d'éliminer la surveillance d'un certain nombre de facteurs du secteur de la responsabilité humaine.

Il est très malaisé de formuler des pronostics sur ces divers points à échéance de plus de vingt ans : il s'agit d'un domaine dans lequel certains éléments encore insoupçonnés ou considérés comme secondaires peuvent devenir très significatifs.

Pour le moment, il semble prudent de conclure de la façon suivante : les recherches en cours donneront sur le plan technique de larges possibilités, parmi lesquelles on sera amené à faire une sélection en fonction de critères de rentabilité, de sécurité offerte et aussi, peut-être, selon l'évolution du psychisme humain.

Variante concernant la non réalisation
de l'attelage automatique
et la non extension du parc de wagons à bogies.

Ces deux variantes ont été considérées dès l'origine comme liées, en particulier du point de vue de la capacité et du rendement des triages et du point de vue du coût de réalisation de l'attelage automatique lui-même.

En ce qui concerne l'attelage automatique, les études de bilan économique se poursuivent actuellement au sein de l'Union Internationale des Chemins de Fer, mais elles ne pourront être menées à bien que lorsqu'un certain nombre de choix techniques auront été formulés définitivement, en particulier quant au type d'attelage retenu et quant aux modalités de réalisation (procédé de transition entre l'attelage à vis et l'attelage automatique, durée de la période de transition, etc.).

Il n'est donc pas possible, pour le moment, d'envisager d'établir un bilan complet et surtout un bilan actualisé tenant compte de l'échéance des diverses étapes.

En passant sur toute la période intermédiaire, on peut par contre se proposer de dresser un bilan approximatif de la variante considérée pour l'année 1985, aux conditions économiques de 1963, mais aux conditions de trafic de 1985.

*

*

*

Pour établir ce bilan, on considérera successivement les variations de dépenses d'investissements à réaliser d'ici 1985 et les variations des dépenses d'exploitation de l'exercice 1985.

1°) Dépenses d'investissement

La variante envisagée conduit à renoncer aux dépenses de l'attelage automatique, soit 1 400 MF, et corrélativement, à pousser beaucoup moins activement les dépenses d'automatisation des triages qui, chiffrées à 650 MF dans le cas de l'hypothèse centrale seraient réduites à 300 MF environ (1). L'économie directe des dépenses d'investissements ressort donc à 1 750 MF.

Mais il faudrait en compensation :

- développer davantage la capacité des triages : la reprise du calcul conduit à un besoin de développement de la capacité des triages de l'ordre de 40 % par rapport à celle de 1962, d'où une dépense approximative de 750 MF (au lieu de 350 MF dans le cas de l'hypothèse centrale). Le supplément d'investissement correspondant ressort donc à 400 MF.

- acquérir un parc de wagons plus important. En effet, on a chiffré par une étude directe dans les triages et gares des diverses catégories, à 3 400 000 journées wagons (en équivalence de wagons à 2 essieux), au niveau du trafic de 1985, l'économie de journées-wagons que permettrait de réaliser l'attelage automatique. Il y correspond un parc de 10 000 wagons à 2 essieux (ou équivalent) environ, soit un investissement de 360 MF.

- acquérir un parc de locomotives plus important. Les économies de locomotives de manoeuvre permises par l'attelage automatique ont été estimées, toujours au niveau du trafic de 1985, à 460 000 heures environ, soit sur la base d'environ 6 000 heures de disponibilité par an et par engin en 1985, environ

...

(1) Du point de vue des dépenses d'investissement et d'entretien du parc de matériel remorqué, il a été admis par contre qu'elles seraient identiques, que l'on adopte ou non les wagons à bogies, avec l'équivalence pratique : un wagon à bogies égale deux wagons à essieux.

75 locomotives de manoeuvre. Les économies de locomotives de ligne ont été estimées sur la base d'un gain de 500 000 heures-trains au niveau du trafic de 1985. En supposant qu'une locomotive de ligne passera environ 4 000 heures par an en tête des trains en 1985, on trouve une économie de 125 locomotives de ligne. La valorisation de ce parc de locomotives de manoeuvre et de ligne conduit à un montant d'environ 285 MF.

En se limitant à ces postes principaux, la prise en considération de la variante envisagée conduirait à une réduction d'investissement de

$$1\ 750 - (400 + 360 + 285) = 705\ \text{MF}$$

2°) Dépenses d'exploitation

La prise en considération de la variante envisagée provoquerait des dépenses d'exploitation plus élevées sur différents postes :

- personnel des gares. Une étude directe conduit, au niveau de 1985, à un supplément d'au moins 6 000 000 d'heures de travail par an, à 8 F environ, soit 48 MF.

- personnel de conduite. Il a été constaté que la non réalisation de l'attelage automatique entraînerait un besoin supplémentaire de 460 000 heures de locomotive de manoeuvre (à 1 agent) et de 500 000 heures de locomotive de ligne (à 2 agents). Les dépenses correspondantes de personnel de conduite peuvent être estimées à 22 MF (sur la base de 15 F de l'heure pour le personnel de conduite).

- entretien des wagons (part indépendante des parcours). La présence de 10 000 wagons de plus au parc conduit à une dépense d'entretien supplémentaire annuelle d'environ 17 MF (environ 1 700 F par wagon et par an).

- sécurité. Les accidents d'attelage, qui disparaîtraient tous du fait de la réalisation de l'attelage automatique,

seraient à nouveau à prendre en considération. On a estimé l'annuité effectivement déboursée par la SNCF en moyenne, aussi bien pour les accidents qui se produisent dans l'année considérée que pour ceux qui se sont produits les années précédentes (pensions, rentes, etc.). On obtient ainsi une dépense annuelle, au niveau du trafic de 1985, de 5 MF environ.

- l'entretien des locomotives est beaucoup plus lié aux parcours effectués que celui des wagons. De ce fait, on ne calcule pas de terme fixe d'entretien indépendant du parcours comme pour les wagons, mais il est bien certain néanmoins que la présence au parc de 75 locomotives de manoeuvre et de 125 locomotives de ligne en plus se traduirait par des dépenses d'entretien un peu plus élevées. En outre, ce besoin de locomotives supplémentaires résulte essentiellement de temps de manoeuvre plus importants, soit dans les triages, soit pour la mise en tête des trains, périodes pendant lesquelles la consommation horaire d'énergie est relativement élevée du fait du fonctionnement des auxiliaires, des pertes à vide des transformateurs, des dépenses de marche au ralenti, etc. Ces dépenses supplémentaires sont certainement au moins égales à 5 MF par an.

Au total et en chiffrant seulement les postes les plus importants, dans un sens défavorable à l'attelage automatique et aux wagons à bogies, on constate qu'à l'échéance de 1985, la prise en considération de la variante envisagée :

- permettrait une économie de dépenses d'investissement d'environ 705 MF

- entraînerait un supplément de dépenses d'exploitation en 1985 de $(48 + 17 + 22 + 5 + 5) = 97$ MF.

A contrario, des dépenses d'investissement supplémentaires d'environ 705 MF, portant sur l'attelage automatique et les wagons de grande capacité permettraient une économie annuelle d'exploitation en 1985 de 97 MF, soit un taux brut de rentabilité pour cet exercice de 14 % environ.

Il convient de bien préciser que ce résultat est acquis en considérant le niveau de trafic de l'exercice 1985, mais aux conditions économiques et de prix d'août 1963. Si l'on supposait une progression à prix constants des charges de main-d'oeuvre, ce taux serait considérablement accru puisque les plus gros postes d'économie sont des postes de main-d'oeuvre.

Si par exemple, l'on extrapolait à titre d'exercice, les hypothèses du 4ème Plan de stabilité des prix industriels et de progression des prix de main-d'oeuvre de 4 % par an en monnaie constante, on atteindrait un taux de rentabilité en 1985 de l'ordre de 30 %.

Variante concernant le relèvement à 100 km à
l'heure de la vitesse limite des trains de marchandises
du régime ordinaire

I - Pour augmenter le débit des lignes sur lesquelles les vitesses des trains sont très différenciées, on peut penser à resserrer ces vitesses en relevant la vitesse limite des trains de marchandises du régime ordinaire.

C'est ainsi que les réseaux européens se sont engagés à ne plus échanger entre eux aux frontières à partir de 1970 que des wagons aptes à circuler à 80 km/heure.

Dans cet esprit, on a admis dans l'hypothèse centrale que la vitesse limite des trains du régime ordinaire serait fixée à 80 km/heure.

Le groupe a examiné, à titre de variante, s'il serait intéressant de relever encore cette vitesse limite en la portant à 100 km/heure.

Il convient de préciser dès l'abord que le problème n'est pas suffisamment défini par cette condition ; il faudrait encore préciser les caractéristiques des engins de traction chargés d'assurer le trafic, car les résultats sont assez différents selon qu'on suppose conserver les engins actuels ou adopter des engins plus puissants.

...

II - Si l'on conserve les engins actuels, le gain en nombre de marches ne peut être que réduit (1), car les périodes pendant lesquelles les trains pourraient effectivement circuler à 100 km/heure seraient courtes, sauf circonstances géographiques favorables à un sens du trafic ; mais rien ne sert de dégager les capacités dans un sens si l'on n'en dégage pas à peu près autant en sens inverse.

D'autre part, le matériel roulant construit avant 1949 nécessiterait une modification complète de la suspension (attaches au châssis, ressorts, plaques de garde), conduisant à un travail important sur le châssis lui-même. Or, il doit subsister en 1970 encore 140 000 wagons de cette catégorie, dont l'amortissement sera juste achevé pour 1985.

D'après la note (1) ci-avant, il semble, si l'on conserve les locomotives existantes, que le gain à attendre de l'opération de relèvement des vitesses de 80 à 100 km/heure soit limité par l'incidence financière d'un différé d'un an des divers investissements de capacité de ligne envisagés dans l'hypothèse centrale, dont le montant total est de 800 MF. En supposant une répartition régulière sur les 20 années de la période sous référence, un différé d'un an a comme valeur approximative actuelle 40 MF.

...
(1) Une étude faite sur la partie à deux voies de Paris-Dijon a montré que le relèvement de 60 à 80 km/heure de la vitesse limite des trains du RO dégagerait, avec les mêmes locomotives et les mêmes tonnages de trains qu'en 1963, un supplément de capacité de 10 trains du RO par sens de circulation. Ce gain est intéressant parce qu'il est obtenu sans modification du matériel moteur et avec des transformations limitées et de toute façon inéluctables du matériel remorqué.

Mais le relèvement de 80 à 100 km/heure de la vitesse limite, avec maintien des locomotives actuelles, ne procurerait plus qu'un gain très réduit, sans doute 4 à 5 trains, ce qui ne représente que l'accroissement de trafic d'une année environ, compte tenu des besoins de développement parallèles du trafic voyageurs, tandis que, ainsi qu'il sera indiqué plus loin, une coûteuse transformation d'une partie du matériel roulant serait nécessaire.

Compte tenu du nombre de wagons à transformer et du coût élevé de la transformation, le problème n'est pas actuel : c'est seulement dans les toutes dernières années avant 1985, et pratiquement à l'extinction du parc antérieur à 1949, que l'on pourra envisager d'appliquer la solution du relèvement des vitesses sur certaines lignes désignées. Il conviendra alors de faire des bilans particuliers plus précis, mettant en jeu, non seulement les différés d'investissement réalisables, mais aussi les économies résultant des gains de temps et les dépenses supplémentaires, en particulier d'énergie, résultant des vitesses plus élevées. Il n'est pas possible de tirer de conclusion a priori sur le sens de tels bilans.

III - Si l'on adopte des locomotives plus puissantes que les engins actuels, on peut sans doute espérer gagner davantage de marches. Ainsi, la même étude sur Paris-Dijon, reprise avec des locomotives de caractéristiques plus poussées, a donné un supplément de 26 trains du RO par sens, en passant de 60 à 80 km/heure. Le nombre de trains supplémentaires du RO obtenus en relevant la vitesse limite de 80 à 100 km/heure, avec les mêmes locomotives, serait sans doute de l'ordre de 10 à 15, mais il semble que cette solution soit encore moins à retenir que la précédente, car son application supposerait le remplacement de tous les engins de traction sur les lignes où l'on voudrait appliquer la mesure par des locomotives plus puissantes, donc d'un prix unitaire nettement plus élevé, et, au moins sur les lignes à courant continu, par le renforcement des sous-stations de traction et des caténaires, alors que le gain attendu ne serait que de 2 à 3 fois plus élevé que dans le cas précédent, soit une équivalence en capital de 100 MF environ, bien insuffisante pour gager les dépenses à mettre en oeuvre.

Gestion centralisée du trafic marchandises

I - GENERALITES

L'activité des chemins de fer dans le transport des marchandises peut être considérée comme résultant de la juxtaposition d'un très grand nombre d'opérations élémentaires d'acheminement et de répartition, relativement simples lorsqu'elles sont isolées, mais dont l'ensemble est rendu extrêmement complexe en raison de leur simultanéité, leur imbrication et leur dissémination géographique.

En vue d'obtenir une efficacité aussi grande que possible, permettant à la fois d'améliorer la qualité de leur exploitation (réduction et régularisation des délais de transport), d'utiliser au mieux le matériel dont ils disposent et de limiter au strict minimum les investissements rendus nécessaires par les perspectives d'évolution du trafic, les chemins de fer s'efforcent de mettre en place un ensemble de dispositions ayant pour objet de réaliser la "gestion centralisée continue du trafic marchandises".

Rappelons - avant de définir ce concept - que l'organisation actuelle d'une Administration de chemin de fer en matière de mouvement consiste essentiellement en :

...

- a) un ensemble de règles permanentes ajustées périodiquement ou lorsque l'évolution du trafic le demande ;
- b) l'intervention d'un certain nombre d'organes de coordination situés à plusieurs niveaux.

Mais la masse des informations à prendre simultanément en compte rend leur synthèse difficile. La forme - manuscrite le plus souvent - sous laquelle elles se présentent, les possibilités - actuellement limitées parce que non conçues dans cette optique - des moyens de transmission réduisent l'efficacité des organismes de coordination.

Il en résulte une gestion très incomplète, et, partant, coûteuse, du trafic.

*

* *

Le réseau de transmission doit intervenir très directement dans la rentabilité du Chemin de fer, car il est indispensable à l'utilisation rationnelle du matériel roulant à toutes les étapes de son emploi : en cours d'acheminement, transmission aux triages d'escaliers de la composition des trains, préavis adressés aux destinataires et répartition du matériel vide.

Par ailleurs, le travail des triages paraît particulièrement susceptible de bénéficier des ressources apportées par la Recherche Opérationnelle et le calcul électronique, et la modernisation du réseau de télécommunications doit permettre

de renforcer les moyens d'action des triages dans le domaine de la productivité des wagons, grâce à la diffusion anticipée et de proche en proche, de toutes les informations concernant la mise en marche des trains, leur composition et tous renseignements particuliers utiles.

D'autre part, l'évolution récente des moyens de prise en compte des informations à l'aide de claviers spécialisés, de transmissions mettant en oeuvre des techniques nouvelles, qui font néanmoins appel aux réseaux téléphoniques ou télégraphiques existants, de traitement sur ensembles électroniques dont la puissance, la capacité, l'automatisme et la sécurité se sont accrues dans des proportions considérables, conduisent à penser que les ordinateurs et leurs organes associés sont maintenant susceptibles d'être utilisés efficacement en constituant des Ensembles interconnectés complexes réunissant des moyens de prise en compte des informations, de transmissions et de traitement.

Ces Ensembles complexes - désignés volontiers sous le vocable de "Systèmes" - peuvent être utilisés pour réaliser la gestion centralisée continue du trafic marchandises.

II - DEFINITION DE LA GESTION CENTRALISEE DU TRAFIC MARCHANDISES

Assurer une gestion centralisée continue du trafic marchandises, c'est être en mesure :

- de pouvoir disposer en un point central, dès qu'elles viennent de se produire, c'est-à-dire en temps réel, de toutes les informations concernant le trafic,
- de pouvoir les traiter automatiquement sur un ensemble électronique,
- d'être à même :

a) de répercuter les ordres correspondant à l'évolution des situations aux différents échelons,

b) de fournir, à la demande, toutes informations concernant le trafic.

Pour ce faire il convient de :

a) prendre les données de base aussi près que possible de l'évènement et de préférence à l'endroit même où vient de se dérouler le fait dont il convient de tenir compte,

b) réaliser cette prise en compte, soit en sous-produit d'une opération dactylographique indispensable, soit par lecture directe d'un document dactylographique ou d'informations d'identification portées par un véhicule,

c) saisir en totalité et en une seule fois l'ensemble des informations qui naissent autour d'un fait et qui intéressent plusieurs applications, c'est-à-dire considérer simultanément les aspects particuliers intéressant l'action commerciale, le mouvement, le matériel,

d) traiter les informations sur des équipements centraux puissants, rapides et de grande capacité permettant donc un coût très bas de l'opération élémentaire.

III - RESULTATS A ATTENDRE DE LA MISE EN PLACE D'UNE "GESTION CENTRALISEE DU TRAFIC MARCHANDISES"

Ces résultats proviennent :

a) de la gestion centralisée, en temps réel, du trafic des marchandises :

- collecte, éventuellement automatique, des informations de base :
besoins, disponibilités, caractéristiques de transport,

...

- transmission automatique des informations vers les centres de traitement,
- analyse des informations, traitement, mise éventuelle en mémoire,
- élaboration des informations synthétiques destinées aux organes de coordination et préparation des décisions humaines,
- transmission des ordres,
- collecte et traitement des informations relatives au contrôle de l'exécution des ordres,
- exécution d'opérations annexes (annonce préalable, taxation, etc.)

b) de l'exploitation, en temps différé, des informations permettant :

- l'établissement du programme de transport optimum à chaque service,
- la définition du programme de lotissement,
- les études des temps de séjour des wagons dans les triages,
- le choix du nombre d'enlèvements des lots au départ des triages,
- la définition des correspondances entre trains au niveau des triages,
- et, enfin, l'établissement du programme de desserte par trains réguliers de façon à rendre minimum le temps total de séjour des wagons dans les triages et d'utiliser au maximum les capacités des trains,
- le traitement de données statistiques d'une façon sélective selon la nature et la période et, notamment, de celles afférentes à la gestion du parc.

D'une façon générale, la gestion centralisée du trafic marchandises doit permettre, pour l'essentiel :

- une réduction des durées d'acheminement des wagons chargés et, par conséquent, de leur cycle de rotation,

...

- une plus grande régularité dans l'acheminement répondant aux désirs de la clientèle,
- une meilleure utilisation de la capacité des triages,
- une commande prévisionnelle mieux ajustée des trains facultatifs, en étant en mesure d'apprécier l'effet final, au terme des acheminements, de la mise en marche de ces trains,
- une meilleure répartition des wagons grâce à une connaissance précise et continue de leur emplacement, ce qui devient une nécessité en raison de la spécialisation de plus en plus marquée du parc,
- une meilleure utilisation des engins de traction.

La gestion centralisée du trafic doit ainsi être génératrice d'économies substantielles en matière d'investissements, aussi bien en ce qui concerne le parc de véhicules moteurs et remorqués qu'en ce qui concerne les installations de triage. Elle conduira à une révision des principes sur lesquels repose la séparation des régimes d'acheminement (RO et RA).

Elle nécessite toutefois l'implantation de moyens spécialisés : organe de traitement central et postes périphériques d'entrée des informations, et l'adaptation du réseau de transmission aux liaisons entre ces postes et l'organe central. Mais, il convient d'observer que les dépenses afférentes à ces opérations doivent être d'un ordre de grandeur bien inférieur à celui des économies attendues.

Bien entendu, la définition de ces moyens ainsi que l'estimation des économies et des dépenses exigent des études approfondies. A titre d'exemple, nous remarquerons à ce propos que, sur le réseau du Southern Pacific, les études de gestion centralisée, démarrées en 1960, ont reçu un commencement d'application en fin 1963 et se poursuivront encore pendant 3 ou 4 ans, les effectifs de personnel impliqués s'élevant à une cinquantaine de personnes, compte non tenu des effectifs des constructeurs.

Cependant, on peut montrer par un calcul très rapide que l'ordre de grandeur des gains qu'on peut légitimement espérer sur un ou deux postes seulement est plus élevé que celui des dépenses à consentir.

Ainsi, on a cité comme un des avantages de la gestion centralisée du mouvement marchandises la réduction de la durée de rotation des wagons qui en résulterait, toutes choses égales par ailleurs.

Il n'est pas possible à l'heure actuelle de chiffrer ce gain, mais estimer qu'il sera supérieur à 0,1 journée est certainement très modeste.

Or un gain de 0,1 journée se traduit par une réduction de 4 000 wagons sur les besoins de 1985, soit une économie d'investissement de 144 M F et une économie annuelle directe sur les frais d'entretien indépendants du parcours de $4\ 000 \times 1\ 700 = 6\ 800\ 000$ F.

A elles seules, ces sommes sont certainement supérieures aux dépenses à consentir car on peut chiffrer :

les frais d'installation de l'équipement central et des équipements périphériques à 5 MF
les frais d'équipement du réseau de télécommunications⁽¹⁾
à moins de 50 MF.

Les investissements nécessaires sont donc inférieurs à 55 MF et les frais d'exploitation, consistant essentiellement en l'indemnité de location des engins⁽²⁾, sont inférieurs à 6 MF par an.

...

(1) Les réalisations figurant dans le programme dépendant de l'hypothèse centrale et concernant la création d'un réseau auto-commuté de transmission des informations, seront très largement mises à contribution pour la gestion centralisée du trafic marchandises, ce qui explique la modicité relative des dépenses spécifiques de ce programme.

(2) Car les frais de personnel et les frais divers seront inférieurs à ceux de l'organisation actuelle.

Un autre poste sur lequel la gestion centralisée du mouvement doit avoir un effet sensible est la circulation du matériel vide. Aux prix d'août 1963 et au niveau de trafic de 1985, si les conditions actuelles ne changeaient pas, les dépenses annuelles de circulation des wagons vides représenteraient environ 1 000 MF. Un gain de 1 % seulement sur ce poste soit 10 MF par an, paraît bien modeste et peut être porté sans crainte à l'actif de la gestion centralisée du mouvement.

Or cette somme suffit, à concurrence de 6 MF, à gager les frais de gestion du système, et par capitalisation de la différence, soit 4 MF, pendant 10 ans, à réaliser les 55 MF nécessaires pour sa mise en place.

Il est donc bien certain que cette opération sera très rentable dès qu'elle sera réalisable.

Variante concernant la réduction à 6
du nombre de places par compartiment de 2ème classe
dans les voitures de grandes lignes

On constate une certaine tendance, sur le plan international, à ramener de 8 à 6 le nombre de places offertes par compartiment de 2ème classe dans les voitures de grandes lignes. En conséquence, le Groupe a étudié cette variante de façon succincte, de manière à chiffrer de façon approximative les investissements supplémentaires qui seraient entraînés par cette mesure, si elle était adoptée par la SNCF. Comme le problème ne se pose pas de façon concrète à l'heure actuelle, les répercussions directes ou indirectes de cette mesure sur la gestion n'ont pas été appréciées : réduction de la capacité de transport en pointe du chemin de fer, frais de transformation des voitures existantes au moment de la conversion, opportunité de relever les tarifs de 2ème classe du fait du meilleur confort, glissement éventuel d'une partie des voyageurs de 1ère classe vers la 2ème classe par suite de l'atténuation des différences entre les deux classes, gain éventuel de trafic au détriment des autres moyens de transport, collectifs ou individuels, en raison des meilleures conditions offertes, etc...

Il semble en effet exclu a priori que le léger gain de trafic et de recettes que l'on peut escompter puisse compenser le supplément de dépenses d'investissement et d'exploitation que la mesure entraînerait.

Le parc en exploitation de voitures voyageurs de grandes lignes de 1963 est de 6 850 voitures, dont 1 415 de 1ère classe et 5 435 de 2ème classe (les voitures mixtes ayant été réparties forfaitairement). Le nombre de voitures nécessaire en 1985 a été estimé à 8 570 dans l'hypothèse centrale (c'est-à-dire en supposant le maintien de 8 places par compartiment en 2ème classe).

Compte tenu de l'évolution supposée des voyages en 1ère classe d'ici 1985 (28 % des voyageurs-km en 1985 contre 23 % en 1963), on a admis que la répartition des 8 570 voitures serait la suivante :

- voitures de 1ère classe : 2 140
- voitures de 2ème classe : 6 430

Le passage à 6 places au lieu de 8 par compartiment conduirait à un besoin de $6\,430 \times \frac{8}{6} = 8\,600$ voitures, donc à un complément de parc de 2 170 voitures, dont le coût est voisin de 925 MF (aux prix d'août 1963).

En raison de cet accroissement important de parc, il est évident que les parcours de trains de voyageurs devraient être augmentés pour faire face au trafic prévu, car de nombreux trains ont une composition qui ne peut plus être renforcée et un taux d'occupation élevé.

Si l'on se proposait d'offrir rigoureusement le même nombre de places sur toutes les relations en 1985, que les voitures soient à 6 places ou à 8 places, un calcul rapide montre qu'on serait conduit à mettre en marche 21 millions de km-trains supplémentaires.

...

On pourrait sans doute économiser quelque peu sur ce chiffre, mais l'impossibilité pratique d'adapter étroitement les compositions des trains et les horaires aux fluctuations de courte amplitude ne permet pas d'envisager de réduire à moins de 18 millions de km-trains environ le supplément de parcours-trains résultant de la mesure envisagée. On peut admettre, compte tenu des servitudes diverses, qu'il y correspond un parcours de 20 millions de km-locomotives, pouvant se ventiler approximativement en 15 millions de km-locomotives électriques et 5 millions de km de locomotives diesel.

Compte tenu des parcours moyens annuels effectués par les locomotives pour ces services particuliers, on peut estimer le parc supplémentaire de traction à environ 75 locomotives électriques et 50 locomotives diesel, soit une dépense d'investissement de l'ordre de 225 MF.

Les dépenses directes supplémentaires d'investissement s'élèveraient donc, à l'échéance de 1985, à environ 1 150 MF, non compris les dépenses de transformation des voitures de 2ème classe existantes, ces dernières étant en étroite dépendance de la date d'application éventuelle de la mesure et du délai séparant la décision de la date d'application.

Variante concernant le taux de progression des pointes
du trafic voyageurs

En définissant l'hypothèse centrale, le groupe a admis une atténuation en valeur relative de la pointe du trafic voyageurs puisque, en regard d'un accroissement de 48 % du trafic des grandes lignes entre 1963 et 1985, il a été prévu que le trafic de pointe journalière ne s'accroîtrait que de 25 %.

Il convient d'abord de noter que, compte tenu de la répartition de la population sur le territoire et de ses habitudes, le problème ne présente d'acuité que pour le trafic des trains des grandes lignes, au départ des gares de Paris.

Les conséquences des pointes du trafic voyageurs et de leur aggravation sont difficilement chiffrables, dans leur totalité car, au-delà de l'incidence directe sur les besoins en voitures, qu'il est relativement aisé d'évaluer, il existe des incidences indirectes :

- sur les investissements d'installations fixes, par la nécessité de réaliser des équipements qui ne sont utilisés que pour le seul trafic de pointe (dans les gares de Paris, dans certaines gares dont l'activité n'est que saisonnière et pour l'aménagement de certains points singuliers),
- sur les dépenses d'exploitation courante, par suite de la proportion importante des retours à vide de matériel, de la moins bonne utilisation du personnel de conduite et d'accompagnement, des répercussions sur l'exécution du service marchandises, etc.

Si l'on envisage le cas où les pointes se développeraieut au même rythme que le trafic lui-même, les besoins supplémentaires en voitures seraient de l'ordre de 1500 et 1600 voitures, d'un coût approximatif de 700 M F. A titre d'ordre de grandeur, il y a lieu de majorer ce montant d'environ 30 % pour tenir compte des dépenses connexes d'installations fixes, si bien que les dépenses supplémentaires par rapport à celles déjà prises en compte dans l'hypothèse centrale seraient de 900 M F environ - sans qu'il y corresponde la moindre recette supplémentaire, mais au contraire, des dépenses d'exploitation elles-mêmes notablement plus élevées.

Il convient donc de mettre tout en oeuvre pour éviter d'avoir à consentir de telles dépenses d'investissement et de lourdes charges supplémentaires sur le budget d'exploitation.

Les mesures qui peuvent être prises dans ce but ont été récemment recensées dans une annexe au 5ème rapport général de la Commission des Comptes Transports de la Nation. Elles comportent des efforts coordonnés :

- de la part de la SNCF, dans le domaine tarifaire,
- de la part des pouvoirs publics, dans la fixation des dates de congé des établissements d'enseignement et par une action de persuasion en faveur de l'établissement des départs en vacances,
- de la part des industriels et commerçants, par un aménagement coordonné des dates d'attribution des congés payés dans leurs établissements.

Il semble que de telles mesures, appliquées avec continuité, seraient suffisantes pour maintenir les pointes dans les limites retenues pour l'hypothèse centrale. En effet, alors que les efforts en ce sens ont été jusqu'à présent assez modestes,

sauf dans le domaine tarifaire, où il reste cependant encore de nombreux moyens d'action, on constate, à la lecture des statistiques, que le trafic de pointe sur de courtes durées (de 1 à 3 jours consécutifs) a pu être presque contenu dans les limites déjà atteintes 7 à 8 ans auparavant. Or c'est le trafic sur une courte durée de cet ordre qui conditionne les besoins en matériel et en installations fixes, et non pas le nombre total de personnes à transporter sur l'ensemble de la période de très gros trafic.

Ainsi, la pointe journalière absolue du nombre de voyageurs de grandes lignes partis des gares de Paris a été enregistrée le 22 décembre 1962 avec 253 130 départs, mais on avait déjà atteint 241 000 voyageurs le 4 août 1956, et ce chiffre n'a pas été dépassé depuis lors pour les vacances d'été, la pointe paraissant désormais devoir être plus aiguë à Noël qu'au mois d'août. Ainsi, en 1964, où cependant les mesures tarifaires et commerciales ont été pratiquement les seules armes dont on a disposé pour étaler la pointe, le chiffre journalier maximum atteint lors des départs du mois d'août a été de l'ordre de 236 000 voyageurs "seulement", mais il a dépassé 200 000 voyageurs pendant 4 jours consécutifs.

Le taux de progression du trafic de pointe adopté dans l'hypothèse centrale paraît donc être justifié à condition que les mesures préconisées soient mises en oeuvre avec vigueur.

Lignes d'acheminements terminaux.

Détermination du pourcentage critique d'évasion du trafic marchandises par wagon complet en cas de suppression de la desserte.

Les études de rentabilité du trafic ferroviaire sur les lignes d'acheminements terminaux se font normalement par comparaison avec l'emploi de la technique routière, à trafic pratiquement constant.

Le groupe a étudié la rentabilité, pour la SNCF seule, du trafic marchandises par wagons complets sur un certain nombre de lignes choisies de façon à couvrir un ensemble de situations aussi différentes que possible.

Ces lignes ont été supposées entièrement modernisées, et les trafics "voyageurs" et "marchandises détail" préalablement reportés sur la route.

Sur de telles lignes, dont une part souvent notable du trafic propre intéresse des embranchements particuliers ou des emplacements loués, le bilan financier, pour la SNCF d'une suppression hypothétique de la desserte par wagons complets sans organisation de desserte routière de remplacement dépend essentiellement des évasions de trafic qu'une telle suppression provoquerait, en raison de leur rôle d'affluent au réseau primaire.

Les calculs ont donc été conduits de façon à évaluer les évasions de trafic admissibles, du seul point de vue de la SNCF, pour que les pertes de recettes correspondantes ne soient pas supérieures aux économies totales réalisables par suite de la suppression de la desserte ferroviaire. Les différences de coût d'acheminement des trafics de transit reportés sur d'autres itinéraires ont été prises en compte, et différentes hypothèses faites en ce qui concerne les charges d'infrastructure.

Les résultats, exprimés en pourcentage du trafic global propre à la ligne, ce qui est acceptable étant donné la relative homogénéité de celui-ci dans la plupart des cas, sont donnés dans le tableau ci-après.

On y remarque que la prise en compte des grosses réparations d'infrastructure nécessaires d'ici 1985, et amorties sur une durée suffisante, ne modifie que faiblement les résultats, mais que la prise en charge par l'Etat d'une partie des dépenses d'entretien de l'infrastructure a par contre une incidence sensible sur ceux-ci.

D'une manière générale, on peut en conclure que, si la SNCF ne tenait compte que de son intérêt propre et si elle était déchargée, au moins financièrement, de certaines obligations de service public, elle pourrait être conduite à proposer l'abandon de l'exploitation d'un nombre relativement important de telles lignes, puisque, même en cas de pertes très fortes de trafic, le bilan de telles opérations pourrait rester bénéficiaire.

Pertes de trafic maxima admissibles sur les transports de marchandises
par wagons complets

	Densité de trafic en t k n/km/jour			Pertes de trafic admissibles pour la SNCF (pourcentage en tonnage de trafic propre à la ligne) compte tenu des dépenses V B ----- totales à la charge de la SNCF seules				
	pro- pre à la ligne	Tran- sit	To- tal					
				(1)	(2)	(1)	(2)	
Solesmes - Rieux	23	-	23	43	44	28	29	(1) Non compris les charges pour renouvellement et grosses réparations de voie et ouvrages d'art d'ici 1985. (2) Y compris les charges pour renouvellement et grosses réparations de voie et ouvrages d'art d'ici 1985. Amortissement sur 30 ans, taux d'intérêt 7%.
Beauvais - La Bosse	139	-	139	89	98	53	57	
Solesmes - Salesches	29	-	29	100	100	100	100	
St Omer-en-Ch. - Saleux	85	-	85	100	100	100	100	
Châtillon-S-Seine - Bricon	34	72	106	100	100	100	100	
Sézanne - Fère-Champenoise	34	7	41	82	82	62	62	
Vaivre - Gray	87	35	122	46	48	28	29	
Bologne - Neufchâteau	51	33	84	100	100	94	97	
Caen - Jurques	56	-	56	100	100	87	89	
Fontenay-le-Cte - Velluire	1	11	12	100	100	100	100	
Rennes - Châteaubriant	64	23	87	100	100	100	100	
Langon - Bourriot - Bergonce	43	2	45	25	27	8	9	
Loudun - Châtellerault	48	36	84	45	46	32	33	
Dax - St. Sever	35	-	35	100	100	67	67	
Montargis - Trigueres	40	210	250	77	77	56	56	
Pontarlier - Gilley	2	279	281	100	100	100	100	
Riom - Châtelguyon	10	-	10	100	100	100	100	
Voguë - Robiac	7	-	7	100	100	100	100	
Les Arcs - Draguignan	71	-	71	60	63	47	48	
Nice - Breil	53	-	53	38	40	28	29	

