

CHAPITRE III

DESCRIPTION DE LA SITUATION ACTUELLE

I - DESCRIPTION DE L'ITINERAIRE CONSIDERE .

Les voies de communication qui ont été envisagées dans cette étude sont toutes celles qu'emprunte le trafic de marchandises entre Paris, Lyon et Marseille. Ce sont les suivantes (cf. carte ci-jointe) :

			<u>longueur en kms.</u>
<u>Route</u> :	RN 7 :	Paris-Fontainebleau -	60
		Fontainebleau - Montargis - Lyon	412
	RN 5 :	Fontainebleau - Sens	53
		Sens - Dijon	199
	RN 6 :	Sens - Auxerre - Avallon - Chagny	217
		Chagny - Chalon - Lyon	243
	RN 74 :	Dijon - Chagny	54
	RN 7 :	Lyon - Marseille	311
	RN 86 :	Lyon - Pont St-Esprit	208
		Pont-St.Esprit - Nîmes	59
	ligne :	Paris-Dijon-Lyon (ligne de Bourgogne)	514
		Dijon-Bourg-Lyon (Ligne de la Bresse)	226
		Paris-Nevers-Moulins-Lyon	475
		+ variante par Roanne	176
		Lyon-Marseille (sur les deux rives du Rhône)	350

Voie d'eau :

L'itinéraire principal comprend les voies navigables suivantes :

- La Seine, de Paris (Pont National) à Saint Mammès.....	84
Le canal du Loing, de St.Mammès à Buges (près Montargis)	49
Le canal de Briare, de Buges à Briare	54
Le canal latéral à la Loire, de Briare à Digoin	196
Le canal du Centre, de Digoin à Chalon s/Saône	114
La Saône de Châlon à Lyon	142
Le Rhône, de Lyon à Port Saint-Louis	321
Le Canal du Rhône à Marseille, de Port Saint-Louis à Marseille (canal maritime, Golfe de Fos, étang de Caronte, étang de Berre, tunnel du Rove, baie de l'Estaque)	48

Les seules voies affluentes à retenir sont :

- la Seine, de Montereau à Saint-Mammès 14 km.
- la Saône, de Hueilley à Chalon 109 km.
- le canal du Rhône à Sète 98 km.

Les études faites dans la suite se rapportent tantôt à l'ensemble d'un sous-réseau, ferroviaire, routier ou navigable, tantôt à une fraction de l'un d'eux, que l'on a appelée l'itinéraire principal, sur laquelle se porte à quelques exceptions près la totalité du trafic à grande distance.

Au nord de Lyon, les itinéraires principaux comprennent :

- pour le chemin de fer : la ligne de Bourgogne
- pour la voie d'eau : l'itinéraire par le Canal du Centre
- pour la route : le tracé Paris-Fontainebleau-Avallon-Lyon.

Dans la vallée du Rhône les itinéraires principaux sont pratiquement constitués par la totalité des artères de circulation.

II - LE TRAFIC EN 1955 .

A - Généralités .

On a surtout utilisé les sources d'informations suivantes :

- les fichiers statistiques tenus par la S.N.C.F. et l'O.N.N.
- les comptages de véhicules de la Direction des routes et les enquêtes annuelles par sondage sur le trafic routier effectuées par l'I.N.S.E.E. .

Les renseignements obtenus se classent - par rapport au réseau : en statistiques de trafic par section d'itinéraire et en statistiques par relation, c'est à-dire entre zones du territoire.

- par rapport à la nomenclature : en statistiques globales et en statistiques décomposées par catégorie de trafic (c'est-à-dire pour les transports de marchandises, par groupe de produits).

Le trafic global par section, exprimé soit en nombre quotidien ou annuel de circulations ou de tonnes transportées sur la section, ou de façon plus précise, par la courbe annuelle des débits, mesure le degré d'utilisation de chaque portion, des différents itinéraires. L'évolution du débit conditionne le développement des infrastructures. Mais le débit global actuel n'est pas directement extrapolable à l'avenir, il faut d'abord le décomposer en courants élémentaires de trafic, définis par leur nature, leur origine et leur destination, sur lesquels on étudiera, directement cette fois, l'effet du temps et des décisions de coordination.

Il est donc clair que seules les statistiques faisant une discrimination suivant les relations et les groupes de produits ont un intérêt indiscutable pour la projection que l'on a en vue.

Malheureusement, on dispose d'une documentation beaucoup moins complète sur les courants d'échange que sur les débits locaux, plus facilement recensés.

De plus, la classification des marchandises dans les différentes nomenclatures présente des différences nombreuses et importantes.

Malgré ces imperfections, la documentation disponible n'a pas semblé inutilisable. On a reproduit ci-après sous une forme résumée les caractéristiques principales des trafics du chemin de fer, de la route et de la voie d'eau entre Paris et Marseille.

Avant d'aborder les descriptions par mode de transport, on peut donner une vue globale très succincte.

TRAFIC DES MARCHANDISES 1955

Unité : 10⁹ TK

	RAIL	ROUTE	EAU	TOTAL
Paris-Lyon	5,3	1,5	0,5	7,3
Lyon-Marseille	3,2	1,5	0,2	4,9
Total :	8,5	3,0	0,7	12,2

TRAFIC DE VOYAGEURS 1955

Unité : 10⁹ voyageurs/km

	RAIL	ROUTE	TOTAL
Paris-Lyon	3,1	2,2	5,3
Lyon-Marseille	1,4	1,3	2,7
Total :	4,5	3,5	8,0

B - S.N.C.F.

On trouvera ci-dessous :

- une analyse des trafics globaux en wagons complets par relation, extraite de l'étude générale de la S.N.C.F. sur les transports inter et intra-

départementaux en 1955. Par rapport à l'itinéraire principal, les départements français se classent en deux catégories : ceux à l'intérieur ou à proximité immédiate desquels passe la ligne Paris-Marseille, et les autres départements. Les premiers, au nombre de 14, constituent la zone P.L.M.; on les a répartis en 8 sous-zones rattachées à un noeud important de l'artère.

La statistique départementale n'est pas assez fine pour que l'on puisse reconnaître avec précision quelle part du trafic effectué à l'intérieur d'une sous-zone emprunte la ligne P.L.M. On peut au maximum donner un ordre de grandeur de ce trafic local, qui représenterait au total près de 3,5 millions de tonnes (3,5 Mt).

Par contre, on a mesuré (i) le trafic entre les sous-zones : 4,2 Mt, (ii) le trafic dont le point d'origine ou de destination se trouve sur la ligne, c'est à-dire le trafic entre les sous-zones et le reste de la France, que l'on a groupé avec le trafic de transit : 17,9 Mt.

Environ 25,5 Mt. de marchandises utilisent donc la ligne P.L.M. sur une partie au moins de leur parcours, soit $\frac{25,5}{158,6} = 16,1\%$ du trafic de wagons complets sur l'ensemble du réseau.

Les cartes des pages précédentes indiquent les zones d'origine et de destination de ces trafics (et également des courants de trafic routier) que l'on a classés d'après leur trajet sur l'axe Paris-Marseille. Elles font ressortir le pouvoir d'attraction de cette ligne bien équipée qui intéresse au total 29 % des relations de département à département.

- un tableau des densités de trafic sur les sections de l'itinéraire principal et les lignes secondaires du sous-réseau ferré; et une décomposition des circulations de marchandises sur l'axe principal suivant la nomenclature de la Navigation.

Le résumé ci-après consigne les données les plus importantes :

	Voyageurs	Marchandises (1)		Total marchandises	Total général
		Régime accéléré	Régime ordinaire		
<u>Unités-km d'acheminement</u> (milliards)					
(A) - <u>Ligne principale P.L.M.</u>					
- sens Paris-Marseille	2,31	0,71	3,23	3,94	6,25
- sens Marseille-Paris	2,16	0,88	3,74	4,62	6,78
Total :	4,47	1,59	6,97	8,56	13,03
(B) - Ensemble P.L.M.	5,23	1,85	7,92	9,67	14,90
(C) - Ensemble S.N.C.F. (2)	27,8	5,06	51,9	57,9	85,7
rapport (A)/(C)	16,1 %	26,7 %	13,4 %	14,8 %	15,2 %
rapport (B)/(C)	18,8 %			16,7 %	17,4 %
<u>tonnes-km brutes (milliards)</u>					
<u>Ligne principale P.L.M.</u>					
- sens Paris-Marseille		2,72	7,42		
- sens Marseille-Paris		2,90	8,07		

(1) - y compris le trafic de service

(2) - on passe des unités de taxation aux unités d'acheminement en multipliant les premières par les coefficients 1,10 pour les envois de régime accéléré et 1,20 pour les envois du régime ordinaire. Les parcours à vide taxés des wagons de particuliers sont déduits.

On remarquera notamment que les pourcentages de tonnes et de tonnes-km transportées sur l'ensemble des lignes Paris-Marseille (par rapport au trafic complet de la S.N.C.F.) ne sont pas sensiblement différents. La distance réelle moyenne de transport sur l'axe P.L.M. n'est guère supérieure à la moyenne générale S.N.C.F., et approximativement égale à 310 km; mais naturellement la plupart des envois effectuent un parcours supplémentaire en dehors de la ligne.

De la comparaison des chiffres de tonnes-km utiles et brutes, on peut tirer un ordre de grandeur moyen du facteur cinétique d'utilisation du matériel à marchandises sur la ligne principale P.L.M. par rapport à la totalité des parcours à charge et à vide.

Ce coefficient peut aussi bien s'exprimer par la moyenne fictive du chargement du wagon courant de 20 tonnes.

	R.A.	R.O.
sens Paris-Marseille	4,2 t.	9,2 t
sens Marseille-Paris	5,2 t.	10,2 t

ensemble : 8,2 t. ou 41 %.

La valeur globale du facteur d'utilisation pour la S.N.C.F. dépasse 48 %.

C - Route .

Comme on l'a dit, on a utilisé deux sources d'information indépendantes, les comptages routiers effectués en 1955 par la Direction des routes et les enquêtes de l'I.N.S.E.E. des années 1955 et 1956, dont on a confronté et harmonisé les résultats.

1°) - Comptages routiers.

Le trafic des routes de dégagement de l'agglomération parisienne (la section Paris-Fontainebleau) jouit de caractéristiques particulières ; il sera étudié séparément.

Les autres voies du réseau routier P.L.M. se rangent au contraire dans une même famille ; ce sont les routes nationales très circulées, sur lesquelles le trafic horaire ou journalier varie de la même manière selon la période.

Cependant le nombre total moyen de circulations par jour sur chaque section ne suffit pas à les caractériser entièrement ; il faut aussi connaître la proportion des différentes catégories de véhicules, ou ce qui revient au même, exprimer leur débit par le nombre équivalent de circulations de voitures particulières.

Dans l'annexe à la deuxième partie de ce rapport, on a défini un coefficient d'équivalence pour l'encombrement et constaté qu'une grande part des travaux routiers pouvait s'imputer, au moins en première approximation, au prorata de ces

coefficients. On les adoptera donc pour évaluer le trafic avec une unité commune, qu'on appellera le véhicule-type.

On notera dans les tableaux ci-dessous que le rapport du nombre total des circulations pondérées au nombre brut varie le long de l'itinéraire principal entre les extrêmes 1,32 (section Fontainebleau-Avallon) à 1,51 (section Vienne-Marseille); les pourcentages des circulations de poids lourds, en termes pondérés, sont compris entre 41 et 55 %, et en moyenne égaux à 50 %.

Pour passer des véhicules-km aux tonnes-km, on a adopté des valeurs moyennes de chargement tirées des sondages de la Direction des routes. Le tonnage kilométrique total ainsi obtenu semble compatible avec les renseignements provenant de l'I.N.S.E.E.

2°) - Enquêtes de l'I.N.S.E.E.

i - Trafic à plus de 150 km.

Les tableaux ci-après sont tirés du dépouillement des résultats détaillés de l'enquête I.N.S.E.E. d'Avril 1956. Un certain nombre de trafics considérés comme n'intéressant pas effectivement l'axe P.L.M. ou comme conduisant à des incomptabilités n'ont pas été pris en compte (environ 10 % du tonnage).

Pour passer du trafic de la quatrième semaine d'Avril 1956 à celui de l'année 1955, on a utilisé les coefficients multiplicateurs suivants :

coefficient moyen	47,7
marchandises ordinaires	48
transports de vin	46,6
animaux	50,6
produits pétroliers	48,7
fruits et légumes frais	27,2

qui sont les rapports entre le trafic ferroviaire de la semaine de sondage et le trafic ferroviaire de l'année 1955

Les résultats globaux auquel on aboutit sont les suivants :

	Source I.N.S.E.E.			Source :	
	Axe P.L.M.			France entière	comptages des poids lourds (P.L.M.)
	transports publics	transports privés	total		
(A) <u>Véhicules-km</u> (M)				(1)	(1)
- chargés	167	52	219		
- vides	33	26	59		
Total	200	78	278		385 (72%)
(B) <u>Tonnes transportées</u> (M)	5,04	1,45	6,5	30 (21,7%)	
(C) <u>Tonnes-km</u> (MM)	1,65	0,37	2,02	8,3(24,3%)	2,52 (81%)
(C/A) chargement cinétique moyen (à charge et à vide)	8,25	4,75	7,27		
(C/B) parcours moyen de la tonne	325	255	310	275	

ii - Trafic de 50 à 150 km.

Les résultats détaillés du sondage de 1956 ne portent que sur les transports à plus de 150 km. Par contre, les fiches du sondage de 1955 retiennent tous les échanges à plus de 50 km. Par confrontation, on a isolé la tranche inférieure des transports à distance.

Sur l'axe P.L.M. celle-ci représenterait 5,6 millions de tonnes et 0,28 milliards de T-km, dont 0,16 en transports publics, répartis comme suit sur les sections du réseau.

	tonnes (M)	tonnes-km (MM)
Paris- Sens et Montargis - Briare	1,2	0,05
Sens à Dijon et Chagny	0,3	0,075
Dijon et Nevers à Lyon	1,5	0,075
Lyon-Marseille	2,8	0,14

(1) entre parenthèse, le rapport du trafic recensé au trafic de la France entière, ou au trafic de poids lourds décompté sur les routes P.L.M.

iii - Trafic local.

Faute de renseignements I.N.S.E.E. on admettra que le trafic local est égal au complément : $2,96 - 2,02 - 0,28 = 0,66$ milliards de TK.

La distance moyenne générale des transports routiers à moins de 50 km. ayant été de 9,5 km., cette activité correspondrait à 69 millions de tonnes chargées (France entière 540 millions).

Les transports locaux privés constituent dans l'ensemble 87 % du trafic en km.-véhicules, ou 73 % en tonnes transportées.

D - Navigation .

De tableaux plus détaillés, on a extrait les chiffres suivants relatifs au trafic du réseau P.L.M.

(en millions)

(en milliards)

	tonnes chargées			tonnes déchargées			tonnes - km		
	Sens EM	Sens MP	Total	Sens EM	Sens MP	Total	Sens EM	Sens MP	Total
Itinéraire principal	2,13	2,74	4,87	3,96	1,62	5,58	0,29	0,43	0,72
Ensemble des voies P.L.M. ..	2,74	3,82	6,56	4,53	2,09	6,62	0,37	0,54	0,91
France entière			31,4			31,4			5,97

~ importance des lignes P.L.M. dans le réseau fluvial :

$$\frac{0,72}{5,97} = 12 \%, \quad \frac{0,91}{5,97} = 15,2 \%$$

la distance moyenne de transport sur l'ensemble du réseau, sur lequel les chargements équilibrent à peu près les déchargements est de 138 km.

Entre Paris et Lyon, les péniches et les automoteurs sont généralement chargés à 280 et 250 t.; les automoteurs du Rhône sont en moyenne chargés à 380 t.

Par comparaison des nombres de circulations dans les deux sens sur chaque section, on obtiendra le pourcentage moyen de déséquilibre du trafic; il faut noter que les citernes reviennent toujours à vide, à quelques exceptions près, notamment sur le Rhône.

E - Trafics aériens

Statistiques du trafic aérien en 1955

(Passagers)

	Aller	Retour		Aller	Retour
<u>I - RELATIONS CONTI- NENTALES.</u>			<u>II - RELATIONS CONTI- NENT - CORSE.</u>		
Paris-Nice	24.946	28.507	Paris-Ajaccio	897	1.060
Paris-Marseille	18.254	20.780	Paris-Bastia	199	267
Paris-Lyon	258	314	Paris-Calvi	240	243
Marseille-Lyon	2.752	2.482	Lyon-Ajaccio.....	173	-
Marseille-Strasbourg	452	342			
Total :	46.662	52.725	Total :	1.509	1.570

Ensemble des relations continentales : 127.400

Ensemble des relations Continent-Corse : 105.800

Trafic de fret : Continent - Continent 2.323 t. (dont près de 90 % sur les relations ci-dessus).

Continent-Corse .. 1.395 t. (principalement de ou vers Marseille et Nice).

Nota - Le trafic militaire, qui est sans doute important n'est pas compté dans les chiffres précédents.

CHAPITRE IVLES INVESTISSEMENTSDETERMINATION DE LA TECHNIQUE OPTIMUMI - CONSIDERATIONS GENERALES

Dans ce chapitre, nous supposons connue l'évolution du trafic au cours du temps, pour un mode de transport déterminé et nous cherchons à partir de quel volume de trafic il est économiquement intéressant de passer d'une technique à une autre, par exemple de construire une autoroute, d'électrifier une voie ferrée, d'approfondir un canal. Le passage d'une technique 1 à une technique 2 nécessite certaines dépenses d'investissement I à une certaine date (dépenses qui peuvent en réalité s'échelonner sur quelques années), et entraîne pendant toutes les années postérieures des économies d'exploitation dont la valeur l^e année n est b_n . Si ces économies b_n sont constamment croissantes (résultant par exemple d'un trafic en expansion continu) ou constamment décroissantes, il faut effectuer cette opération lorsque son report d'une année fait perdre un bénéfice supérieur au produit du montant de l'investissement par le taux d'actualisation (soit Ia) ; en effet, étant donné la définition du taux d'actualisation, dire que le bénéfice à attendre de l'opération la première année est inférieur à Ia , signifie qu'il est plus intéressant de faire auparavant d'autres investissements dans l'économie (2). Il en résulte que la valeur actualisée de l'opération peut être nettement positive (c'est-à-dire sa rentabilité supérieure à a) ; cela tient à ce que cette opération engendre des bénéfices qui vont chaque année en croissant lorsqu'on fait l'hypothèse d'un trafic en expansion. Cette méthode de détermination de la date à laquelle on doit entreprendre une opération est absolument fondamentale si on veut prendre dans le secteur des transports des décisions qui soient cohérentes avec celles qui sont prises dans d'autres secteurs.

Rappelons d'ailleurs que la détermination de la date optimum d'un aménagement ne permet pas de conclure au bien-fondé économique de cet aménagement ; il faut encore que cet aménagement s'inscrive dans une politique à long terme, c'est-à-dire qu'on prenne en compte dès maintenant la date probable d'améliorations ultérieures. Pour déterminer s'il en est bien ainsi, il faut faire un calcul actualisé des recettes et des dépenses sur une durée suffisamment longue ; on reviendra sur ces calculs au chapitre VII.

II - MODIFICATION DES TECHNIQUES ROUTIERES.

Sur l'itinéraire PARIS-MARSEILLE, on peut envisager trois techniques différentes :

a) La première consiste à garder telle quelle l'infrastructure existante (à quelques très petites améliorations près).

(1) -- Lorsque les économies b_n peuvent être tantôt croissantes, tantôt décroissantes, le problème est plus complexe. cf. annexe à ce chapitre.

b) La seconde technique serait obtenue par des améliorations substantielles sur les routes actuelles :

- déviations autour de plusieurs localités.
- élargissements sur certains tronçons .
- améliorations importantes des accès de localités.

c) La troisième technique correspond à la construction d'une autoroute comprenant deux chaussées indépendantes à deux voies de circulation chacune.

Le passage de chacune de ces techniques à la technique suivante entraîne des dépenses d'infrastructure ; à titre d'indication on peut noter tout de suite que la création d'une autoroute coûte 150 millions au kilomètre aux prix de fin 1956 (1). D'autre part, un tel passage permet des économies qu'on peut classer sous les quatre rubriques suivantes :

- un gain de sécurité qu'on peut chiffrer en francs par véhicule-type.
- une économie des dépenses de circulation qui résultent de la suppression des ralentissements et virages, de l'amélioration de la surface de roulement, de l'amélioration du profil en long et qu'il est commode de chiffrer comme l'équivalent d'une réduction fictive du parcours.
- un gain de temps qui se traduit par des économies pour le personnel et pour le matériel.
- une éventuelle différence dans les dépenses d'entretien de l'infrastructure.

A - Gain de sécurité.

L'évaluation du bénéfice résultant d'un accroissement de sécurité est extrêmement délicat.

Tout d'abord, il faut faire très attention à ne pas compter deux fois la même chose en évaluant les économies de sécurité et celles de dépenses de traction et de gain de temps. D'autre part, l'évaluation des dommages causés par les accidents est sujette à discussion.

En 1954, il s'est produit environ 1.400.000 accidents, dont 127.000 accidents corporels ayant causé environ 10.000 tués et 150.000 blessés ; la circulation ayant été de 51 milliards de véhicules-km, on arrive à un taux moyen d'accidents, pour 100 millions de véhicules-km, de 2.800 accidents matériels, 20 tués et 310 blessés.

(1) - Anticipant sur les résultats on peut indiquer que dans le cas de PARIS-MARSEILLE, la date optimum de mise en service de l'autoroute, même avec transfert d'une partie du trafic de marchandises, est suffisamment proche pour qu'on puisse se limiter à la comparaison des techniques a et c, sauf peut-être sur un ou deux tronçons.

La perte moyenne occasionnée par un accident matériel peut être chiffrée à environ 40.000 frs. L'évaluation monétaire de la perte occasionnée à la nation par un décès ou des blessures est beaucoup plus délicate, mais il n'est pas possible de s'en passer ; d'ailleurs, la puissance publique fait constamment appel à une telle estimation, quoique généralement de façon implicite, par exemple lorsqu'on répartit des crédits d'investissement entre les hôpitaux ou les routes. On peut envisager de se baser sur les statistiques fournies par les assurances et relatives aux indemnités fixées par les tribunaux (en moyenne 1.200.000 fr., par accident mortel, 250.000 fr. pour un blessé); une telle méthode a l'avantage de se prêter assez aisément au calcul, mais repose sur une base très discutable, même d'un seul point de vue économique. (Ainsi les tribunaux tenant compte pour leur appréciation d'éléments individuels en particulier les charges de famille, le même individu "vaut" plus ou moins cher suivant sa situation de famille).

On peut d'ailleurs contester la possibilité de calculer la "valeur économique" d'un individu pour la collectivité. Certes, il existe des théories de peuplement optimum, mais si elles peuvent indiquer l'ordre de grandeur à quelques millions d'individus près de la population optimum d'un pays dans certaines hypothèses politiques et sociologiques, elles ne peuvent permettre d'apprécier la "valeur économique" de quelques milliers d'individus en plus ou en moins. Aussi, la solution normale serait-elle que la collectivité, par la voix de ses représentants, indique combien elle est disposée à dépenser pour sauver une vie humaine; il restera ensuite à vérifier que les sommes employées à renforcer la sécurité dans les diverses activités ou à améliorer l'état sanitaire de la population sont bien telles que la vie marginale sauvée occasionne partout sensiblement les mêmes dépenses. Actuellement, dans le secteur des transports, il n'en est pas ainsi, et la recherche de la sécurité est beaucoup plus poussée dans les transports ferroviaires que dans les transports routiers.

Notons aussi que le gain de sécurité procuré par un investissement ne peut être porté en totalité au crédit de ce dernier que si on a au préalable mis en oeuvre tous les moyens moins coûteux pour la collectivité de renforcer cette sécurité (police, etc.); en d'autres termes, pour la route, il faudrait s'assurer qu'on réduit sensiblement autant le nombre d'accidents en affectant un milliard supplémentaire à la police et à la prévention routière ou aux investissements.

En l'absence de cette évaluation collective des dépenses à engager pour sauver une vie humaine, la Commission a provisoirement retenu les indemnités attribuées pour le blessé, et un chiffre nettement supérieur (3 millions) pour le tué. Avec les chiffres précédents, on arrive à une perte moyenne de 2,49 fr. par véhicule-km ; on retiendra pour les calculs 2,50 fr.

L'expérience française et étrangère montre que la création d'une autoroute améliore très notablement la sécurité, la réduction des accidents étant de l'ordre de 60%, soit un gain de 1,50 fr. par véhicule-type-km (1).

B - Economies des dépenses de circulation.

Les économies de dépenses de circulation affectent suivant les cas, un ou plusieurs postes du prix de revient du transport. Comme postes principaux on peut retenir les carburants et lubrifiants, les pneumatiques, l'entretien et les réparations

(1) Si on avait adopté 5 millions pour la valeur de la vie humaine, la perte moyenne par véhicule/km. serait de 2,9 fr. et le gain occasionné par la création d'une autoroute serait majoré de 0,25 fr.

les renouvellements. La nature et l'état du revêtement influent essentiellement sur les dépenses d'énergie et dans une proportion moindre sur les dépenses de pneumatiques, d'entretien et éventuellement de renouvellement. L'influence du profil en long n'intervient pratiquement que sur les consommations de carburants et de pneumatiques (ce n'est que dans les cas de rampes très raides qu'il peut y avoir une répercussion sur l'entretien et l'usure du véhicule). La suppression des ralentissements et d'arrêts entraîne une économie de carburants, de pneumatiques et d'entretien.

Il y a enfin lieu d'ajouter des économies éventuelles dues au raccourcissement réel du parcours, en particulier dans les cas d'autoroutes (2 % sur PARIS-MARSEILLE).

Toutefois, dans ce cas, il faut tenir compte en sens inverse d'allongements du parcours résultant de trajets pour gagner l'autoroute (ces allongements seront d'autant plus importants que la longueur moyenne du parcours sur l'autoroute sera plus faible).

Etant donné l'importance du trafic à moyenne distance, on a estimé que, sur PARIS-MARSEILLE, ces deux effets se compensaient.

Il est commode de chiffrer l'ensemble des économies par un nombre de kilomètres qui seraient fictivement économisés sur le parcours en question. Pour calculer les dépenses de circulation, il faut retenir pour les carburants, un prix fictif tel qu'il se dégagerait si les carburants étaient soumis au régime fiscal normal. C'est en effet ce prix qui traduit le coût, pour la collectivité des dépenses de carburants.

Les économies dépendent évidemment de l'encombrement. Il serait donc souhaitable de calculer les économies pour différents niveaux de trafic et de tenir compte de la fréquence de ces trafics au cours de l'année. Dans un souci de simplification, on a raisonné sur un trafic moyen. Pour une circulation de 12.000 véhicules-type par jour, la Direction des Routes admet les gains suivants pour 100 km. de parcours :

Suppression de ralentissements et arrêts	10 km.
Amélioration de la surface de roulement	2 km.
Amélioration du profil en long	2 km.
	Total :
	14 km.

Le gain relatif est donc de 14 %. A raison d'une dépense moyenne, sur route ordinaire, de 12 frs. par véhicule-type-km, cette économie ressort à 1,70 fr.

C - Gain de temps

Le temps est économisé d'une part grâce à l'amélioration du tracé et de la surface de roulement, d'autre part, grâce à la réduction ou à la suppression des encombrements. Il semble qu'il faille distinguer soigneusement entre les véhicules utilitaires et les voitures de tourisme. Il est légitime de comptabiliser au crédit de l'opération le gain de temps des véhicules utilitaires et il y a lieu de

compter aussi bien le temps du personnel que la meilleure utilisation du véhicule.

En ce qui concerne les voitures de tourisme, la prise en considération du temps gagné est beaucoup plus délicate. Logiquement, lorsqu'on cherche la meilleure affectation de crédits routiers, il y a lieu de tenir compte des gains ou pertes de temps, bien que l'évaluation monétaire de ce temps soit souvent difficile.

Mais pour les comparaisons avec d'autres secteurs de l'économie, cette position, bien que fondée en stricte logique, est beaucoup plus difficile à tenir, (1) car, de façon assez générale, les gains de temps ne sont pas pris en considération (1)

Nous proposons donc de ne pas tenir compte du gain de temps des voitures particulières dans ce premier travail, sous réserve d'améliorations ultérieures.

Pour les véhicules utilitaires, on a estimé l'heure gagnée à 900 frs en moyenne (économie de personnel et de matériel) en adoptant les mêmes éléments que ceux qui ont servi à calculer les charges d'exploitation du chapitre V. (2)

Si on estime la vitesse moyenne du véhicule utilitaire à 60 km/heure, pour faire un kilomètre, le véhicule mettrait 1/60 heure, et il gagnera 14 % de ce temps (cf. supra réduction fictive du trajet), soit $\frac{0,14}{60}$ heure, d'où une économie en francs de $900 \times \frac{0,14}{60} = 2,1$ frs.

Si on se rappelle qu'un véhicule utilitaire vaut en moyenne 3 véhicules-types, et si on estime (cf. chapitre VII) qu'au moment de la création de l'autoroute le trafic utilitaire représente environ 40 % du total évalué en véhicule-type, le gain moyen en francs par véhicule-type est :

$$2,1 \times \frac{1}{3} \times 0,4 = 0,28 \text{ frs. (3)}$$

D - Entretien de l'infrastructure.

La création de l'autoroute remplace la route ordinaire ancienne par un ensemble constitué par l'autoroute et la route ancienne qui continue à assurer un certain trafic local et doit donc être conservée en bon état. La surface de chaussée à entretenir est ainsi notablement plus grande ; par contre les fondations de la route ordinaire peuvent être insuffisantes, sur certaines sections, pour faire face à un trafic important et s'amplifiant. Ainsi, les dépenses d'entretien de surface augmentent, celles de renforcement diminuent. On peut admettre en première approximation que ces deux effets se compensent et que, à trafic égal, les dépenses d'entretien sont sensiblement équivalentes pour la route ordinaire et l'ensemble autoroute + route ancienne.

-
- (1) Dans la détermination des crédits affectés au logement ou au téléphone par exemple, on ne tient pas compte des gains de temps, d'une part sur les trajets entre domicile et lieu de travail, d'autre part, dans l'acheminement de l'information.
- (2) Pour les semi-remorque de 12 tonnes utiles, la dépense annuelle sur laquelle porte la réduction est de 2.300.000 frs environ. La dépense horaire sera de 1.000 frs si le camion est utilisé 2.300 heures par an, 700 frs s'il est utilisé 3.000 heures (temps de parcours, de chargement et de déchargement).
- (3) Si on estimait à 150 frs l'heure de tourisme, le gain supplémentaire à prendre en compte serait par véhicule-type, d'environ 0,25 fr.

E - Vue globale.

Pour un véhicule empruntant l'autoroute, le gain total atteint donc 3,50 frs par unité. Le trafic qui procure un gain total équilibrant les charges d'investissement est tel que :

$$3,50 \times T \times 365 = 150 \times 10^6 \times 0,08 = 12 \times 10^6$$

d'où : $T = 9.500$ véhicules-types par jour. .

En réalité, ce calcul suppose à la fois que tout le trafic est reporté des anciennes routes vers l'autoroute, et que la création de l'autoroute n'a de répercussion que sur le trafic des anciennes routes qu'il double. La première hypothèse est certainement erronée, car une notable partie du trafic local continuera à emprunter l'ancienne route, et ce trafic ne bénéficie pas des avantages procurés par l'autoroute ; il bénéficie toutefois d'une amélioration de sécurité et d'une réduction des encombrements, soit un gain par véhicule-type km qu'on peut estimer à :

$$0,25 + 0,20 + 0,05 = 0,50 \text{ fr.}$$

Si on examine l'origine des économies procurées par l'autoroute, on voit que les répercussions sur les routes autres que celles qui sont doublées ne se feront pratiquement sentir que si du trafic est reporté de ces routes vers l'autoroute. Soit T_r le trafic. Enfin, la création de l'autoroute peut provoquer un certain "trafic induit" T_i , par exemple par implantation de nouvelles activités du voisinage.

Si on admet que 20 % de l'ancien trafic T_a reste sur l'ancienne route, la construction de l'autoroute est justifiée lorsque le trafic sur l'autoroute atteint T tel que :

$$(3,50 T + 0,50 \times 0,2 T_a) \times 365 = 150 \times 10^6 \times 0,08 = 12 \times 10^6$$

$$\text{avec } T = 0,8 T_a + T_r + T_i$$

Les trafics T_r et T_i seront généralement faibles vis-à-vis de T_a . Si on les néglige, on a $T = 0,8 T_a$ et l'autoroute est justifiée lorsque $T_a = 10.800$.

On retiendra le chiffre arrondi de 10.000 véhicules-types par jour pour tenir compte d'un certain trafic induit éventuel.

III - MODIFICATION DES TECHNIQUES FERROVIAIRES

Le cas concret à envisager est celui de l'électrification ou de la dieselisation d'une ligne. Le principe du calcul est le même que pour la route, il peut donc être exposé plus brièvement.

Un investissement de modernisation a les effets principaux suivants :

- réduction des dépenses de personnel (le relèvement de la qualification professionnelle ne compensant qu'en partie la réduction des effectifs).

- réduction importante des dépenses d'énergie.

- augmentation des vitesses moyennes des trains, d'où rotation plus accélérée et meilleur emploi du matériel, et gain de temps pour les voyageurs.

Il peut également augmenter la capacité de transport de la ligne, en particulier par l'augmentation des vitesses. Enfin, il libère les locomotives à vapeur qui peuvent être remployées sur le reste du réseau; cet élément, qui est à porter au crédit de l'opération, est particulièrement difficile à chiffrer, parce que sa valeur dépend des autres opérations de modernisation entreprises sur le réseau, en même temps ou ultérieurement, et susceptibles de libérer d'autres locomotives à vapeur ou de supprimer leur emploi éventuel.

Dans le cas particulier de PARIS-MARSEILLE, l'électrification de Lyon-Nîmes et de Lyon-St. Etienne est en cours, et on peut la considérer comme un fait acquis sur lequel il n'y a pas à revenir (Les études semblent d'ailleurs bien montrer que ces opérations sont parfaitement justifiées, même si on transférait une partie du trafic du rail vers la route).

D'autres travaux sont envisagés (ils figurent au programme quinquennal de travaux de la S.N.C.F.). Il faut mentionner en particulier l'électrification de Tarascon-Marseille (achèvement de Paris-Lyon-Marseille); la dépense s'élèverait à 8,8 mds. d'installations fixes + 3,6 mds de matériel de traction électrique, soit 12,4 mds. Au trafic de 1961 (indice 123 par rapport à 1955), l'économie annuelle serait de 1,5 mds. Comme $1,5 > 12,4 \times 0,08 = 1,0$, même compte non tenu de la réutilisation des locomotives à vapeur (dont la valeur a été évaluée par la SNCF à 8 mds) et des investissements qui seraient à faire même en l'absence d'électrification, l'opération est parfaitement justifiée; elle le reste tant qu'on ne transfère pas environ le tiers du trafic.

D'autres investissements de modernisation sont également prévus devant coûter 2,8 mds et rapporter une économie annuelle de 0,3 md, au trafic prévu pour 1961 ($2,8 \times 0,08 = 0,23 < 0,3$).

D'autre part, pour passer du trafic de 1955 à un trafic supérieur, il faut effectuer les investissements suivants calculés dans l'hypothèse où les travaux de modernisation sont effectués.

IV - MODIFICATION DE L'INFRASTRUCTURE DES VOIES NAVIGABLES.

a) Etude générale.

La modification de l'infrastructure peut consister en :

- une amélioration des voies sans augmentation de l'enfoncement autorisé.
- une augmentation de l'enfoncement autorisé, qui est généralement porté de 1,80 m. à 2,0 ou 2,20
- des aménagements (approfondissement, élargissement, construction d'écluses permettant l'accès de la voie à des matériels qui ne pouvaient pas y pénétrer (par exemple porter un canal à un gabarit permettant la circulation de bateaux de 1.350 t. réduire la pente d'une rivière (Rhône et Rhin) par la construction de barrages et d'écluses).

L'amélioration ou la modification de l'infrastructure permet :

- une augmentation de la vitesse commerciale, du fait de l'augmentation de la vitesse en bief et de la réduction de la fréquence des accidents de route.
- une réduction de la fréquence des chômages systématiques.
- éventuellement, une augmentation du poids des cargaisons.
- éventuellement une diminution des frais d'entretien et d'exploitation des ouvrages de la voie navigable.

Ces conséquences se traduisent pour les transporteurs par :

- une réduction des dépenses de carburants, de main-d'oeuvre, d'entretien, par tonne transportée.
- une augmentation de la capacité de transport du parc existant.

Au total, la modification de l'infrastructure permet :

- des économies dans les dépenses d'exploitation,
- une réduction des charges d'investissement en bateaux ; cette réduction se traduira par une réduction des besoins ultérieurs en bateaux neufs et peut même, si elle est assez forte, permettre pendant un certain temps de ne pas mettre en service de nouveaux bateaux, l'augmentation de capacité compensant les mises hors service.
- une réduction des dépenses d'entretien de la voie

Il est intéressant de passer de la technique I à la technique II dès que la somme de la réduction annuelle des charges d'exploitation et de la valeur actualisée du report des achats de bateaux est égale au produit par le taux d'actualisation des dépenses d'infrastructure.

Si on appelle b_1, b_2, \dots, b_n les réductions annuelles de charges d'exploitation, C_n les réductions annuelles de dépenses d'entretien, D_n la dépense annuelle en bateaux neufs, h la période pendant laquelle aucune mise en service n'est nécessaire, I le coût de l'infrastructure, l'année n optimum est définie par la formule suivante :

$$Ia = B_n + C_n + D_n \left(1 - \frac{1}{(I + a)^h} \right)$$

Dans les calculs suivants, pour éviter d'avoir à tenir compte des différents types de bateaux, on adoptera une unité commune : la péniche sans moteur de canal, qui est susceptible d'effectuer en moyenne annuellement 500.000 TK, et qui coûte 8 millions de francs (le parc P mesuré en bateaux-unité nécessaire pour assurer un trafic T est donc égal à $z T$, si T est mesuré en millions de Tk).

Si on admet une durée d'amortissement de 50 ans, en première approximation (c'est-à-dire sans examiner la structure actuelle du parc), le renouvellement d'un parc de P bateaux nécessite chaque année la mise en service de $\frac{P}{50} = 0,02 P$ bateaux.

Si le trafic augmente annuellement de $y\%$, on ne peut faire face à cet accroissement qu'en mettant en service $y P$ bateaux.

An total, la mise en service annuelle de bateaux neufs doit être de :
 $(0,02 + y) P$ bateaux = $(0,02 + y) z T$ si le trafic est T et si le parc est ajusté au trafic).

L'amélioration d'une voie d'eau qui se traduit par une augmentation de la capacité de transport du parc existant de $z\%$ permet de supprimer la mise en service de bateaux neufs pendant h années. Le délai h est lié à y et à z par la relation suivante :

$$(1 + \frac{z}{50}) \left(P - \frac{h}{50} P \right) = P \times (1 + y)^h$$

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de h et de $1 - \frac{1}{(1+a)^h}$ pour certaines valeurs de y et z.

h	z \ y	0 %	4 %	6 %	8 %
	33 %	12	5	4	3
	60 %	10	8	6	5

$1 - \frac{1}{(1+a)^h}$	z \ y	0 %	4 %	6 %	8 %
	33 %	0,60	0,32	0,26	0,21
	60 %	0,77	0,46	0,37	0,32

Dans les calculs par tronçons qui figurent ci-dessous, on a délibérément adopté une présentation simplifiée, en négligeant les répercussions sur les voies autres que celle sur laquelle on envisage l'investissement. Une telle procédure est sensiblement justifiée par la structure du trafic actuel.

b) Ligne Saint-Mammès - Chalon s/ Saône.

Cette ligne emprunte successivement le canal du Loing, le canal de Briare, le canal latéral à la Loire, le Canal du Centre.

Le trafic a été, en millions de TK. :

	1955	1956
Canal de Briare et du Loing	66	61
Canal latéral à la Loire	118	110
Canal du Centre	71	65
Total	255	236

Le tableau ci-dessous indique les travaux envisagés :

	Restaura- tions.	Approfon- dissement à 2,20	Autres améliora- tions	TOTAL
Canal du Loing	374	2.150	16	2.540
Canal de Briare	396	2.772	70	3.238
Canal latéral à la Loire ..	892	7.562	63	8.517
Canal du Centre	490	3.000	50	4.000
Total	2.152	15.484	659	18.295

Les études n'ont pas été assez poussées pour pouvoir chiffrer de façon précise les économies à attendre d'un approfondissement à 2,20 m. Par référence aux études portant sur d'autres voies, on peut envisager comme fourchette 20 % et 35 % des charges actuelles d'exploitation (avec amortissement) qui sont de l'ordre de 2,50 frs/TK (cf. chapitre V, tableau p. 133).

Appliquons la formule ci-dessus (p. 109) où :

$$I = 15.484 + 659 = 16.143$$

où on néglige les réductions de dépenses d'entretien C_n et où on admet une augmentation annuelle de trafic $y = 4 \%$; l'augmentation de capacité de transport du parc est donnée par la fourchette 33 %, 60 % ; enfin le coût d'une péniche est de 8 millions . Dans ces conditions, l'approfondissement devient économiquement justifié lorsque le trafic atteint une valeur dont on donne ci-dessous une fourchette :

$$16.143 \times 0,08 = 0,20 \times 2,50 \times T + (0,02 + 0,04) \times 2T \times 8 \times 0,32 = 1.610 \text{ millions TK}$$

$$16.143 \times 0,08 = 0,35 \times 2,50 \times T + (0,02 + 0,04) \times 2T \times 8 \times 0,46 = 270 \text{ millions TK}$$

L'écart entre le trafic actuel et ces trafics est tel qu'on peut provisoirement se contenter d'évaluations approchées et ne pas tenir compte des répercussions sur le trafic de transit qui est assez modique. Les calculs ne seraient à reprendre que dans la perspective d'un trafic supplémentaire massif permettant de multiplier par trois par trois ou quatre le niveau actuel.

On n'a pas recherché si les opérations de restauration sont justifiées; pour cela, il faudrait d'une part étudier si certaines de ces opérations ne sont pas indispensables pour des raisons autres que la navigation, d'autre part, rechercher comment assurer le trafic actuel en cas de déclassement de ces voies d'eau. La Commission n'a pas entrepris cette étude.

c) Ligne Paris-Saint-Mammès-Montereau.

Cette ligne emprunte la Seine. Le trafic a été de 223 millions de TK, en 1955, dont environ 50 % correspondant à des matériaux de construction.

Les aménagements envisagés (suppression ou exhaussement de barrages, construction d'écluses), et qui coûteraient environ 7.400 millions, doivent permettre la navigation à 2,20 m.

Sur le trafic, environ 15 % en aval de l'écluse d'Evry, ne bénéficierait pas de conditions meilleures qu'actuellement.

Sur le reste du parcours, les avantages à escompter ont été chiffrés par l'Office national de la Navigation comme suit :

- une accélération de la circulation du matériel, la vitesse augmentant d'environ 20 % ; de plus la réduction de la fréquence des "chômages" systématiques se traduit par une diminution supplémentaire des charges d'exploitation qui, au total, pourraient s'abaisser de 20 % .

- une augmentation du poids des cargaisons jusqu'à 340 t. permettant une diminution des charges à la tonne transportée d'environ 20 % .

L'effet conjugué de ces deux actions se traduirait ainsi par une réduction de prix de revient d'environ 36 % à appliquer aux trois-quarts du trafic total. Le reste (soit $100 - 15 - 75 = 10$ %) ne bénéficiera que d'une réduction de 20 % .

Ces réductions portent sur des dépenses d'exploitation qui s'élevaient en 1955 à environ 2,50 frs/TK en moyenne (1) (cf. chapitre V).

Pour un trafic T, la réduction est donc de :

$$2,50 T (0,36 \times 0,75 + 0,20 \times 0,10 + 0 \times 0,15) = 0,72 T$$

La capacité du parc est augmentée grâce à :

- l'augmentation de charge de 250 à 340 t.
- l'augmentation de 20 % de la vitesse commerciale.

Une capacité unité devient : $\frac{340}{250} \times 1,2 = 1,6$, soit une augmentation de 60 % .

L'application des formules générales ci-dessus, si on admet une expansion annuelle de t trafic de 4 %, donne les résultats suivants :

$$d'où : 7.400 \times 0,08 = 0,72 T + 0,06 \times 2 T \times 8 \times 0,45$$

$$d'où T = 520 \text{ millions de TK(2)}$$

(1) - ces dépenses ne comprennent pas l'amortissement du matériel.

(2) - ce chiffre est un maximum, car on n'a pas tenu compte des économies réalisables sur d'autres voies par le trafic qui transite sur la section PARIS - St-MAMMÉS.

Mais en fait la ligne Paris-Montereau pose actuellement des problèmes particuliers, tenant à ce que la moitié du trafic actuel est constitué par des matériaux de construction ; or l'équipement des carrières proches de la région parisienne oblige à aller chercher les sables et graviers à des distances de plus en plus grandes, et la profession estime que le trafic total atteindra 650 millions de TK en 1961, ce qui nécessitera des investissements en bateaux s'élevant à 6 milliards, si on ne fait pas les travaux d'infrastructure envisagés, et se ramenant à 3,5 milliards environ si on fait les travaux. La conjugaison du calcul ci-dessus et des considérations qui viennent d'être énoncées montrent que, sous la réserve de principe que ce trafic ne puisse pas être assuré à meilleur compte par un autre mode de transport, l'aménagement de la Seine entre Paris et Montereau s'impose d'urgence.

Le calcul ci-dessus montre que l'aménagement est justifié même en faisant abstraction des économies relatives au parc ; il en résulte que si, pour des raisons diverses, ces aménagements n'étaient pas faits en 1961, et si, par suite, le parc de bateaux avait dû être augmenté (au prix d'une perte pour la collectivité), l'aménagement continuerait à être justifié, dans l'hypothèse probable où le trafic continuerait à s'accroître à un taux annuel égal ou supérieur à 4 %.

Il faut noter toutefois que toutes les considérations précédentes font abstraction de la possibilité de modifier les pratiques de la navigation (allongement de la durée de la navigation par navigation de nuit, adoption de la technique du poussage, etc.), et d'autre part qu'on n'a pas tenu compte de la diminution éventuelle des frais d'entretien de la voie d'eau.

d) Le Rhône.

Pour le Rhône, le problème se pose un peu différemment parce que l'objectif des opérations prévues est triple : amélioration de la navigabilité, production d'énergie électrique, possibilités d'irrigation.

En l'état actuel, trois groupes d'éventualités sont possibles :

- E₁ arrêter tout aménagement du Rhône, au-delà de la chute de Baix-Loriol en cours d'équipement.
- E₂ poursuivre l'équipement électrique, mais ne pas construire d'écluses et donc couper le Rhône à la navigation.
- E₃ poursuivre les aménagements selon le schéma actuel (barrages et écluses)

Pour E₂ et E₃, on peut envisager d'aménager plus ou moins de chutes ; ainsi, on peut s'arrêter après l'aménagement du tiers central (chutes de Beauchastel et Valence) ou entreprendre l'aménagement de certaines chutes sur le tiers supérieur et le tiers inférieur.

Si on veut choisir entre E₂ et E₃ comme au point de vue production d'électricité et irrigation la situation est la même (1) les éléments à retenir sont uniquement les coûts de transport ; il s'agit de comparer le coût du transport par bateau, Rhône aménagé, au coût du transport par un autre moyen de transport. La comparaison de E₁ et E₂ nécessite la même étude, complétée par le calcul des gains qu'apporte E₂ au point de vue irrigation et production d'électricité (centrales sur le Rhône au lieu d'autres centrales thermiques, hydrauliques ou nucléaires). Il faut donc reporter ces comparaisons au chapitre VII où on examine l'ensemble des moyens de transport.

(1) En toute rigueur, il faudrait tenir compte des réductions de production d'électricité causées par les écluses pour la navigation et le souci de maintenir pour la navigation un régime des eaux aussi régulier que possible.

ANNEXE AU CHAPITRE IV

RECHERCHE DE LA DATE OPTIMUM D'UN CHANGEMENT DE TECHNIQUE

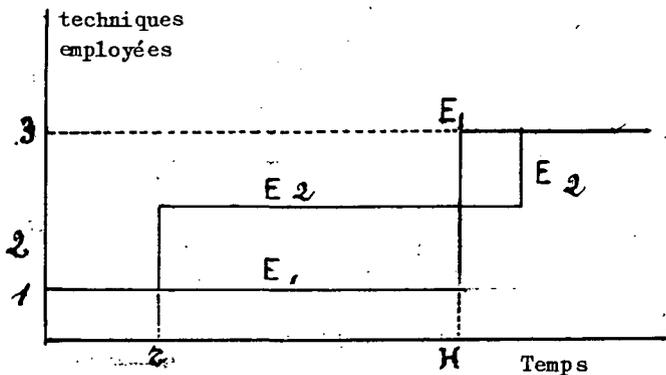
I) GENERALITES

Supposons que pour un mode de transport, on ait actuellement le choix entre deux techniques possibles, l'une existante, l'autre qu'on pourrait mettre en oeuvre au prix d'un investissement I .

Pour calculer la valeur actualisée à la date d'aujourd'hui de l'opération consistant à remplacer l'année r, la technique 1 par la technique 2, il est théoriquement nécessaire de savoir quelle sera, dans les deux hypothèses (remplacement ou non remplacement), la suite des événements - investissements et charges d'exploitation - pendant une durée indéfinie. En particulier, il faut savoir si le fait de réaliser l'investissement I l'année r a des répercussions sur la date et le montant des investissements ultérieurs (l'élargissement d'une route, le redressement de tournants, recule-t-il la date de réalisation d'une autoroute, en réduit-il le coût ?).

Soit H l'horizon pendant lequel les deux éventualités ne diffèrent que par l'emploi de la technique 2 au lieu de la technique 1 et par les économies b_n . Soit K la différence actualisée à l'année H, des dépenses postérieures à cette année.

La valeur actualisée à la date d'aujourd'hui de l'opération consistant à remplacer l'année r la technique 1 par la technique 2 grâce à l'investissement I est ;



$$V_r = - \frac{I}{(1+a)^r} + \sum_{n=r+1}^{n=H} \frac{b_n}{(1+a)^n} + \frac{K_r}{(1+a)^H}$$

Le problème est de déterminer la date optimum de réalisation de cet investissement I .

Comparons les deux éventualités où on fait l'investissement soit l'année r, soit l'année r + 1. L'éventualité à choisir est celle qui rend V maximum.

L'horizon H dépend de l'année r, de même que la valeur K, et par suite l'expression générale de $V_{r+1} - V_r$ est assez complexe. Mais si l'horizon H est assez éloigné, ou si K est faible vis-à-vis de V_r , on peut adopter une formule approchée :

$$V_{r+1} - V_r = \frac{Ia}{(1+a)^{r+1}} - \frac{b_r}{(1+a)^{r+1}} = \frac{1}{(1+a)^{r+1}} \left[Ia - b_r \right]$$

$$\text{si } b_r > Ia, \quad V_r > V_{r+1}$$

Il est préférable de faire l'investissement l'année r que l'année r+1.

Mais il se peut qu'il soit encore préférable de le faire une année s postérieure à r, si b décroît après l'année r.

Si par contre b_n n'est jamais décroissant lorsque n croît, on peut affirmer que si $b_n > Ia$, $b_n > Ia$, et qu'il y a donc intérêt à faire l'investissement l'année r.

Bien entendu, ce genre de calcul peut également être appliqué au cas où le passage d'une technique I à une technique II correspond à un désinvestissement (fermeture d'une ligne, désaffectation d'une gare, etc.).

Il faut observer que le calcul de l'économie b_n est parfois très délicat. En effet, cette économie peut non seulement dépendre du trafic sur le tronçon d'itinéraire considéré, mais aussi du trafic sur d'autres itinéraires; ainsi, par exemple, envisageons le cas de l'approfondissement d'un canal permettant un chargement plus important des bateaux; pour le trafic ne s'effectuant que sur le canal considéré; l'économie est uniquement fonction du trafic; par contre, pour le trafic qui emprunte également ce canal et d'autres voies, l'économie peut être supérieure ou inférieure à ce que donnerait le calcul ne prenant en compte que le trafic sur le canal, selon que l'amélioration met la voie dans des conditions analogues à celles des autres voies qu'elle permet alors d'utiliser dans les meilleures conditions, ou au contraire est "en avance" sur l'amélioration des voies qui prolongent celle sur laquelle on fait les travaux, suivant l'ampleur du trafic de transit, ces considérations prennent plus ou moins d'importance.

Il faut noter que le calcul du trafic probable doit tenir compte d'un éventuel trafic "induit" par les améliorations de la voie de transport.

Il faut enfin noter que la réalisation de l'investissement peut s'éta-
ler sur plusieurs années; auquel cas, il faut remplacer $\frac{I}{(1+a)^r}$ par $\frac{I_m}{(1+a)^{r-m}} + \dots + \frac{I_0}{(1+a)^r}$

$$\text{avec } I_m + \dots + I_0 = I$$

a) PRISE EN CONSIDERATION EXPLICITE DU MATERIEL DE TRANSPORT.

Dans ce qui précède, les seules dépenses d'investissement qui ont été prises en compte explicitement sont celles relatives à l'infrastructure; en ce qui concerne le matériel, son coût était inclus dans les charges d'exploitation sous forme d'amortissement.

En fait, il y a des cas où il est préférable de prendre en compte explicitement ces dépenses de matériel, en particulier lorsque le passage d'une technique à une autre augmente notablement la capacité de transport du parc existant. Dans ce qui suit, on va raisonner sur le cas concret des voies navigables, mais il est évident que le principe du calcul est valable pour d'autres modes de transport.

Les dépenses à la charge des transporteurs peuvent être classées sous deux rubriques :

- dépenses d'exploitation courantes (personnel, carburant, entretien courant) D.
- dépenses de matériel M.

Par rapport à la technique I, la technique II présente les avantages suivants :

- réduction des dépenses d'exploitation courantes
- augmentation de la capacité utilisable du matériel.

Soit D^I et D^{II} les dépenses courantes à la tonne-kilomètre utile suivant qu'on emploie la technique I ou la technique II.

Si le trafic de l'année n est $T_n^{(1)}$, le bénéfice d'exploitation qui résulte de l'emploi de la technique II au lieu de la technique I est de :

$$b_n = (D_n^I - D_n^{II}) T_n$$

Soit C la capacité unitaire de trafic annuel d'un bateau-type (Nous évaluons le parc en bateaux-types pour éviter de tenir compte des différents modèles) avec la technique I, m C la capacité avec la technique II.

(1) - cf. A la fin de l'annexe la définition de ce trafic.

Nous admettons que la durée de vie d'un bateau est régie principalement par des considérations techniques, et par suite que nous n'avons pas à chercher la durée de vie économiquement la meilleure. Soit θ cette durée de vie.

On connaît le parc des bateaux tel qu'il existe aujourd'hui, année zéro. Soit N_n le nombre de bateaux mis en service l'année n . Le parc total est :

$$\sum_{n=-1}^{n=\theta} N_n$$

Chaque année, on met en service un nombre N_n de bateaux neufs, destinés :

- A remplacer les bateaux atteignant la limite d'âge, en nombre $N_{n-\theta}$
- à augmenter la capacité du parc pour faire face à l'extension de trafic, ce qui nécessite :

$$\frac{T_n - T_{n-1}}{C} \text{ bateaux}$$

d'où :

$$\frac{T_n - T_{n-1}}{C}$$

$$N_n = N_{n-\theta} +$$

$\frac{T_n - T_{n-1}}{C}$

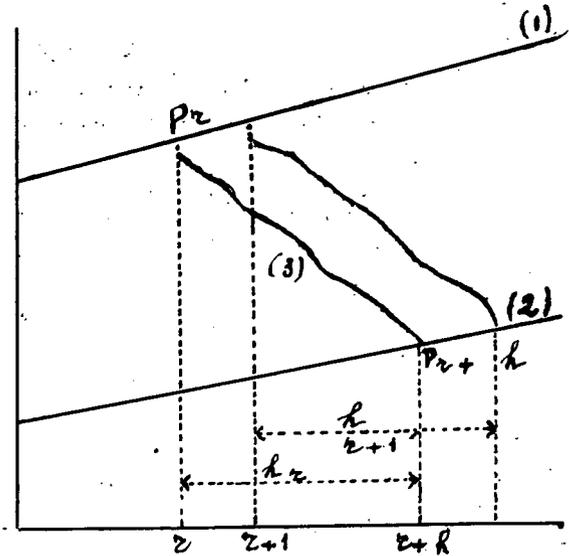
Soit r l'année de réalisation de l'investissement permettant de passer de la technique I à la technique II. La capacité du parc est subitement multipliée par m , ce qui doit permettre de ne pas mettre en service de bateaux neufs pendant une certaine durée, de façon exacte jusqu'à la date $r + h$ telle que :

$$\left[N_{r+h-\theta} + N_{r+h-\theta+1} + \dots + N_r + \underbrace{0+0+0}_{h \text{ périodes}} \right] mC = T_{r+h}$$

On peut illustrer ceci par un graphique.

Les courbes sont relatives au parc nécessaire pour assurer le trafic ; la courbe (1), si on maintient la technique initiale, la courbe (2) si on fait l'investissement. Pour toutes les courbes, on utilise la même unité : un certain bateau-type.

La courbe (3) montre l'évolution du parc effectif à partir de l'année r : ce parc décroît par suite du retrait des bateaux hors d'usage (qui sont les bateaux mis en service \ominus années auparavant).



On n'a pas à mettre de bateaux en service pendant une période h.

Soit I le coût de l'investissement qui peut éventuellement varier suivant l'année à laquelle on le réalise.

Le bilan de l'opération faite l'année r est actualisé à la date zéro :

$V_r =$ charges d'investissement + économies d'exploitation + suppression de mise en service de bateaux pendant la période h + réduction des mises en service après la date $r + 1 + h$, ce qui, avec les notations précédentes, peut s'écrire :

$$V_r = \frac{I_r}{(1+a)^r} + \sum_{n=r+1}^{\infty} \frac{b_n}{(1+a)^n} + \frac{N_{r+1}}{(1+a)^{r+1}} + \dots + \frac{N_{r+h_r}}{(1+a)^{r+h_r}} + \sum_{n=r+1+h_r}^{\infty} \frac{N_n}{(1+a)^n}$$

b_n et N_n sont des fonctions de T_n et T_{n+1}

Comment fixer r ? Supposons qu'on recule de r à r+1 :

Le bilan de comparaison des deux hypothèses se traduit par : le recul de l'investissement d'une année, une perte sur les dépenses d'exploitation l'année r,

des mises en service supplémentaire de bateaux l'année r

des mises en service de bateaux en moins l'année r+h

des décalages analogues dans les mises en service les années $r + \ominus$, $r + 2 \ominus$, ...

Comme le délai h dépend de r , la formule complète exprimant $V_r - V_{r+1}$ est assez complexe. Toutefois, si on admet $h_r = h_{r+1}$ et si on néglige les termes relatifs aux années $r + 1$, $r + 2$, etc., on obtient la formule approchée.

$$V_r - V_{r+1} = \frac{1}{(1+a)^{r+1}} \left[-Ia + b_{r+1} + N_r \left(1 - \frac{1}{(1+a)^h} \right) \right]$$

et l'année r est donc définie par :

$$- \frac{I}{a} + b_{r+1} + N_r \left[1 - \frac{1}{(1+a)^h} \right] = 0$$

Il faut maintenant préciser la définition du trafic qui intervient dans les formules ci-dessus et qui permet de calculer b . Comme on l'a indiqué plus haut, l'aménagement d'une voie d'eau rend possible des économies sur cette voie, qui peuvent être complétées par des économies sur d'autres voies qu'on peut alors utiliser mieux, ou qui, au contraire, ne peuvent être complètement exploitées faute d'aménagement coordonné des voies affluentes. Le trafic T_n , mesuré en TK, comprend donc tout ou partie du trafic sur la voie considérée, et certains trafics sur d'autres voies. L'économie b_n doit donc s'écrire :

$$b_n = \sum_i \left(D_{n,i}^I - D_{n,i}^{II} \right) T_{n,i}$$

où $T_{n,i}$ représente chaque élément de trafic bénéficiant d'une certaine réduction de dépenses d'exploitation.

CHAPITRE V

LES CHARGES D'EXPLOITATION

La recherche de la répartition optimum d'un trafic global, par minimisation de dépenses totales nécessite la connaissance, à côté des charges d'investissements étudiées au chapitre précédent, des charges d'exploitation à l'examen desquelles va être consacré le présent chapitre.

Plus précisément, pour un trafic compris dans une certaine fourchette, certaines dépenses d'exploitation sont fixes, d'autres dépendant au contraire du volume du trafic. Ce sont ces charges qui sont évaluées dans la suite. Bien entendu, la distinction entre charges fixes et charges variables est fonction de la fourchette envisagée pour le trafic ; à la limite, si on n'exclut pas l'éventualité d'une suppression totale du trafic, il n'y a plus de charges fixes. Toutefois, les évaluations qui suivent sont valables dans l'hypothèse d'un maintien du trafic, et d'une modification de celui-ci (par transfert avec d'autres modes de transport) n'excédant pas 30 % . (1)

A - CARACTERE COMPLEXE DU TRAFIC ET NECESSITE D'UNE SCHEMATISATION .

Dans la pratique, le coût de transport dépend d'un grand nombre de caractéristiques du trafic à assurer. Sans prétendre donner une liste exhaustive, on va indiquer un certain nombre de paramètres de différenciation. Les conditions de transport dépendent en particulier :

a) de la relation et du moyen de transport utilisé .

- distance de transport.
- caractéristiques de l'itinéraire ; profil en long, mode de traction, tonnages des convois, installations traversées.
- acheminements terminaux : desserte par embranchement, ou transbordement et camionnage.

b) de l'entreprise dans le cas où il y a plusieurs exploitants.

- qualité de la gestion,
- type de matériel disponible

c) de la nature de la marchandise .

- coefficient maximum de chargement suivant la densité du produit

(1) - tous les calculs sont faits aux prix de la fin de 1956 .

et le type de matériel utilisé.

- régime d'acheminement, accéléré ou ordinaire (suivant aptitude à la conservation)
- matériel de transport, ordinaire ou spécial (structure physique)
- emballages, conditionnement (fragilité, aptitude à la conservation, structure physique).
- prime de risque (valeur, fragilité).

d) du trafic envisagé et du trafic total sur l'itinéraire.

- tonnage annuel à transporter.
- tonnage des envois séparés, leur répartition dans le temps : uniforme, saisonnière, par tranches occasionnelles.
- ces caractéristiques du trafic considéré doivent être rapprochées des caractéristiques de même nature du trafic total de l'itinéraire. Le prix de revient n'est pas le même suivant que le trafic supplémentaire s'effectue dans le sens le plus chargé ou dans le sens le moins chargé, suivant qu'il tend à accentuer ou à atténuer les pointes saisonnières, suivant qu'il s'effectue sur une artère encombrée, ou au contraire dégagée.

* * *

La méthode la plus naturelle pour rechercher la répartition optimum des transports serait de considérer un à un les trafics élémentaires et de déterminer si leur transfert d'un mode de transport à un autre réduit ou augmente les dépenses totales de transport. Mais les trafics élémentaires sont, comme on l'a vu, très mal connus, et en outre leur nombre est considérable.

Il a semblé préférable de classer, par un raisonnement rapide que l'on va indiquer, l'ensemble des trafics en quelques grandes catégories. On obtiendra de prime abord une indication sur l'ordre de grandeur des transferts souhaitables de trafics. Il n'est pas exclu d'ailleurs qu'on arrive à définir des trafics qui doivent incontestablement être attribués à l'un ou l'autre des moyens de transport, et d'autres pour lesquels il y a doute ; les seconds pourront alors être étudiés de façon détaillée.

Le principe simplificateur consiste à séparer en deux groupes les facteurs qui ont une répercussion sur les prix de revient : ceux dont les prix de revient dépendent notablement, et les paramètres secondaires. Pour éviter d'avoir à examiner de près l'influence des paramètres secondaires, on délimitera l'amplitude maximum de la variation qu'ils sont susceptibles de provoquer, en recherchant les valeurs limites du coût d'exploitation pour une même valeur des paramètres principaux.

On a retenu les paramètres principaux suivants :

- relativement aux coûts de circulation :

- suivant la relation : la distance de transport (1) (qui peut n'être pas la même sur tous les sous-réseaux).

- suivant la nature de la marchandise : - le régime d'acheminement, et le tonnage chargé par wagon ou par bateau, ou en ce qui concerne les circulations routières, le type du véhicule.

- suivant le trafic total de l'itinéraire : le sens de circulation, imposant ou non un retour à vide du matériel.

(1) La longueur du trajet conditionne le kilométrage annuel parcouru par les véhicules routiers, dans l'hypothèse où ceux-ci assurent une desserte régulière sur l'itinéraire.

- relativement aux coûts terminaux : la distance de camionnage, le mode de manutention (manuelle ou mécanique), l'état des marchandises (emballées ou non emballées) et leur fragilité.

On supposera explicitement :

- que le transport est effectué par une entreprise bien gérée.

-> qu'il s'agit d'un trafic uniforme pendant l'année. Les coûts occasionnés par les trafics saisonniers pourront être évalués ultérieurement.

Dans ces conditions des fourchettes pour les coûts qui sont fonction du trafic ont été calculées et sont données ci-dessous (on trouvera en annexe des explications sur les modes d'établissement de ces estimations).

*
* *
*

B - TRANSPORT FERROVIAIRE .

Les dépenses d'exploitation comprennent d'une part les dépenses de circulation sur voie ferrée, d'autre part, dans les cas où l'expéditeur ou le destinataire ne sont pas raccordés au réseau, des dépenses terminales.

a) - Dépenses de circulation .

Les formules ci-après donnent pour le transport d'une charge utile c en tonnes, à une distance d'acheminement par fer d , en Km, les dépenses d'exploitation qui sont fonction du trafic : dépenses aux gares d'extrémité (écritures, manoeuvres, triage), dépenses d'acheminement (accompagnement, traction), dépenses marginales de voie, triages intermédiaires, indemnités pour accidents), dépenses de matériel roulant (entretien, charge d'intérêt et d'armotissement). Les évaluations sont faites pour des acheminements en traction électrique.

On a examiné les trois cas du transport par wagon complet, par train complet de marchandises général, par train complet de pondéreux.

Transport par wagon complet.

Le chiffre minimum correspond à l'acheminement par trains de marchandises directs et le chiffre maximum à un transport en train direct avec parcours terminaux de 25 kms en trains de desserte aux extrémités, en supposant l'artère PARIS-MARSEILLE électrifiée de bout en bout (1) .

Transport en charge .

- régime ordinaire :

$$P_{\min} = 4.420 + 8,69 d + 0,411 cd$$

$$P_{\max} = 7.720 + 10,05 d + 34,5 c + 0,411 cd$$

(1) Le taux d'actualisation des dépenses de matériel a été pris, ici comme dans la suite égal à 8 % .

- régime accéléré :

$$P_{\min} = 5.230 + 10,63 d + 0,540 cd$$

$$P_{\max} = 6.270 + 10,63 d + 50,9 + 0,540 cd$$

Transport à vide .

$$P_{\min} = 2.740 + 10,53 d$$

$$P_{\max} = 6.420 + 11,88 d$$

P en frs, d en km, c en tonnes.

Transport par train complet de marchandises générales.

Les dépenses correspondent à l'acheminement de wagons de charge utile c , en charge par trains complets de 1.500 tonnes brutes, et vides par trains de 80 véhicules, avec des temps de rotation de l'ordre de ceux observés actuellement sur la ligne PARIS-MARSEILLE.

Transport en charge .

$$P = 1.760 + 8,58 d + 0,402 cd$$

Transport à vide :

$$P = 890 + 10,36 d.$$

Transport par train complet de pondéreux .

Les dépenses correspondent à l'acheminement de wagons tombereaux de 10 t. de tare et de 30 t. de charge utile, en charge par trains complets de 1.500 tonnes brutes, vides par trains de 38 véhicules. Les durées de rotation sont celles observées sur des relations où existent des trafics importants acheminés par train complet. Les formules ci-dessous sont relatives au transport d'1 tonne à d km.

Transport en charge :

$$P = 38 + 0,521 d$$

Transport à vide :

$$P = 13,5 + 0,376 d$$

d) Dépenses terminales

Elles correspondent à des opérations de manutention (transbordement wagon sur camion ou inversement) et à des transports de camionnage entre la gare et le domicile. Les chiffres ci-dessous sont donnés en francs par tonnes. Il faut souligner que la précision des chiffres avancés est médiocre ; on remarque d'autre part, l'ampleur des fourchettes, due à la grande variété des situations possibles.

	Distance de camionnage	
	0 à 4 Km	4 à 10 Km
Marchandises emballées	750 à 815	780 à 860
Marchandises non emballées :		
- manutention annuelle	600 à 750	630 à 780
- manutention mécanique	330 à 450	360 à 480
Fruits et légumes	950 à 1.400	980 à 1.430
Denrées fragiles	1.000 à 1.400	1.050 à 1.430

Si les transports sont effectués dans une grande ville, il faut ajouter une majoration de 100 à 200 frs par tonne.

C - TRANSPORTS ROUTIERS .

Les charges d'exploitation qui sont fonction du trafic comprennent les dépenses d'exploitation des véhicules et les dépenses d'entretien de l'infrastructure et de police.

a) Dépenses d'exploitation des véhicules .

On peut admettre que le parcours annuel des véhicules dépend comme suit de la longueur de la relation desservie :

- les transports à 150 Km correspondent à des parcours annuels de 40.000 Km.
- " " 150 à 250 Km correspondent " " 60.000 Km.
- " " à plus de 250 Km correspondent " " 80.000 Km.

- les transports en citerne au-delà de 400 km. correspondent à des parcours dépassant 100.000 km.

Les chiffres ci-après correspondent aux dépenses d'exploitation des semi-remorques ; ils incluent les charges d'amortissement, et sont calculés avec un prix des carburants égal au coût hors taxe majoré de 22 % (taux général de la T.V.A.).

Charge utile	12 tonnes			16 tonnes			20 tonnes		
	40.000	60.000	80.000	40.000	60.000	80.000	40.000	60.000	80.000
Parcours annuel (km)									
Coût au véhicule Km (fr)	79,0	76,8	74,7	89,0	85,5	83,0	98,0	93,0	90,7
Par tonne offerte	6,6	6,4	6,2	5,6	5,4	5,2	4,9	4,7	4,5

b) Dépenses d'entretien de l'infrastructure.

Comme on l'a vu dans la deuxième partie de ce rapport, une fraction des dépenses d'entretien de l'infrastructure est indépendante du trafic. En ce qui concerne les éléments fonction du trafic, on ne peut retenir pour l'itinéraire PARIS-MARSEILLE les chiffres qui figurent dans l'annexe à la deuxième partie, car ce sont des moyennes pour l'ensemble du réseau routier. Or, les dépenses par véhicule x km ou par tonne/km. sont beaucoup plus faibles sur les routes nationales que sur le reste du réseau (si les dépenses au km y sont plus élevées, le trafic est beaucoup plus intense) ; à titre indicatif notons que , en 1955, les dépenses de personnel et d'entretien se sont élevées au quart du total (non compris les dépenses de police) alors que ces routes supporteraient plus de la moitié du trafic total. Le phénomène est encore amplifié sur l'itinéraire PARIS-MARSEILLE, qui, avec 1.000 km. de route environ (soit 1/80ème du réseau national) a supporté en 1955 environ 15 % du trafic routier de marchandises. L'ordre de grandeur des dépenses d'entretien peut y être estimé à 1 md. par an, d'où résulte que la dépense par TK doit être comprise entre 0,10 et 0,30 fr (cette dépense étant du même ordre de grandeur pour la route actuelle ou pour l'ensemble autoroute + route actuelle).

D - TRANSPORTS PAR VOIE D'EAU .

a) Dépenses d'exploitation des transporteurs.

Les conditions de transport sont très différentes sur les quatre grandes sections de l'itinéraire : la Seine, les canaux du Centre, la Saône et le Rhône. On a donc calculé plusieurs séries distinctes de charges d'exploitation, sans retenir dans les formules ci-dessous le cas des transports empruntant plus d'une section.

Il y a très peu d'échanges entre la Saône et le Rhône sans transbordement à Lyon. Par contre, le même matériel navigue sur les autres sections ; il n'y a pas de difficulté à ajouter les termes kilométriques correspondant aux tronçons successifs d'un parcours (1).

Les formules ci-dessous donnent le coût à la tonne en fonction de la distance d . Les écarts entre le maximum et le minimum tiennent à ce qu'on a envisagé deux valeurs pour les délais terminaux (4 et 8 jours sur la Seine, la Saône et les canaux, 3 et 4 jours sur le Rhône) et qu'on a, pour le chiffre maximum, tenu compte d'une majoration de 10 % pour commission des courtiers de fret et frais pour marchandises présentant des sujétions spéciales.

	Seine (1) bis	Saône (1) bis	Canaux du Centre (1) bis	Rhône (2)
Transport équi- libré	124 + 0,93 d 273 + 1,02 d	124 + 0,86 d 273 + 0,95 d	124 + 1,47 d 285 + 1,69 d	297 + 1,48 d 436 + 1,63 d
Transport avec retour à vide	124 + 1,74 d 273 + 1,91 d	124 + 1,62 d 273 + 1,78 d	124 + 2,82 d 285 + 3,24 d	297 + 2,74 d 436 + 3,01 d

(1) - Par exemple : le coût maximum $124 + 0,93 d_1 + 1,47 d_2$ ou $d_1 + d_2 = d$

(1bis) - Automoteurs de 38 m.50

(2) - Automoteurs de 500 cv.

Les valeurs précédentes relatives aux transports équilibrés sur la Seine, la Saône ou le Rhône, sont les moyennes entre les coûts à la remonte et les coûts à la descente.

Le coût d'un transbordement sur camion ou par wagon est généralement compris entre 100 et 200 frs.

Les chiffres précédents comprennent l'amortissement du matériel. Pour certains calculs ultérieurs, il peut être commode de disposer de chiffres qui les excluent et comprennent seulement des dépenses de fonctionnement fixes (assurances, entretien salaire garanti) et les dépenses kilométriques (salaire proportionnel, carburant, entretien). Ces coûts à la tonne en fonction de la distance sont donnés par les formules ci-dessous :

	Seine	Saône	Canaux du Centre	Rhône
Transport équilibré	68 + 0,71 d	68 + 0,68 d	68 + 1,03 d	102 + 1,10 d
	150 + 0,73 d	150 + 0,75 d	150 + 1,13 d	150 + 1,21 d
Transport avec retour à vide	68 + 1,31 d	68 + 1,26 d	68 + 1,94 d	102 + 1,98 d
	150 + 1,44 d	150 + 1,39 d	150 + 2,13 d	150 + 2,17 d

b) Dépenses d'entretien de l'infrastructure.

Sauf sur les voies au voisinage de la saturation, les dépenses d'entretien (y compris les frais d'exploitation des écluses) peuvent être considérées en première approximation comme indépendantes du trafic.

E - TABLEAUX RECAPITULATIFS .-

Il est commode de fournir dans des tableaux les valeurs qui se déduisent des formules précédentes pour certaines valeurs des paramètres.

Pour le rail on a donné quatre tableaux .

- les deux premiers sont relatifs au transport par wagon isolé, l'un est établi en supposant le trafic équilibré, l'autre dans l'hypothèse d'un retour à vide ; pour chaque valeur des deux paramètres (distance et chargement du wagon), on a donné une fourchette : le terme minimum est établi en retenant les charges minimum d'acheminement et une valeur de 350 frs pour les charges terminales à chaque extrémité non raccordée, le terme maximum en retenant les charges maximum d'acheminement et une valeur de 800 frs pour les charges terminales.

- le troisième tableau est relatif au transport par train complet de marchandises générales ; on a traité les deux cas du trafic équilibré et du retour à vide. On a adopté pour les charges terminales la valeur unique de 500 frs étant donné qu'il s'agit généralement de marchandises pondéreuses donnant lieu à manutention mécanique.

- le quatrième tableau est relatif au transport par train complet de pondéreux; on a envisagé uniquement le cas où expéditeur et destinataire sont raccordés au réseau général.

Pour la route, on a donné un tableau où on distingue le cas du trafic équilibré et celui du retour à vide .

Pour la voie d'eau, on a donné deux tableaux, l'un valable pour le cas du trafic équilibré, l'autre supposant le retour à vide. Pour chaque tranche de distance, on a donné un prix minimum et un prix maximum, entre lesquels l'écart principal est dû à la différence entre les délais terminaux.

On ne saurait trop souligner que les chiffres relatifs aux divers modes de transport ne sont pas des prix de revient permettant de comparer des modes d'acheminement, mais des éléments de dépenses à prendre en compte à côté d'autres éléments en particulier certaines charges d'infrastructure, dans un bilan destiné à rechercher les transferts avantageux du point de vue de la collectivité. D'autre part, ils ne sont valables que dans le cadre d'hypothèses qui a été précisé.

TRANSPORT FERROVIAIRE PAR WAGON ISOLE

FOURCHETTE DES CHARGES D'EXPLOITATION EN FRs. PAR T. K.

Trafic équilibré

Distance	Charge	2 extrémités raccordées	1 extrémité raccordée	0 extrémité raccordée
100 km.	10 t.	5,7 9,5	9,2 17,5	12,7 25,5
	20 t.	3,0 5,1	6,6 13,1	10,1 21,1
150 km.	10 t.	4,2 6,8	6,5 12,1	8,9 17,5
	20 t.	2,3 3,7	4,6 9,0	7,0 14,4
250 km.	10 t.	3,0 4,6	4,4 7,8	5,8 11,0
	20 t.	1,7 2,6	3,1 5,8	4,5 9,0
350 km.	10 t.	2,5 3,7	3,5 6,0	4,5 8,3
	20 t.	1,5 2,1	2,5 4,4	3,5 6,7
450 km.	10 t.	2,3 3,2	3,0 5,0	3,8 6,8
	20 t.	1,3 1,8	2,1 3,6	2,9 5,4
600 km.	10 t.	2,0 2,8	2,6 4,1	3,2 5,4
	20 t.	1,2 1,6	1,8 2,9	2,4 4,3

TRANSPORT FERROVIAIRE PAR WAGON ISOLE

FOURCHETTE DES CHARGES D'EXPLOITATION

Trafic avec retour à vide

Distance	Charges	2 extrémités raccordées	1 extrémité raccordée	0 extrémité raccordée
100 km.	10 t.	9,5 17,1	13,0 25,1	16,5 23,1
	20 t.	5,0 8,9	8,5 16,0	12,0 24,9
150 km.	10 t.	7,1 12,3	9,4 17,6	11,8 22,9
	20 t.	3,8 6,4	6,1 11,8	8,4 17,1
250 km.	10 t.	5,2 8,4	6,6 11,6	8,0 14,8
	20 t.	2,8 4,5	4,2 7,7	5,6 10,9
350 km.	10 t.	4,4 6,7	5,4 9,0	6,0 11,3
	20 t.	2,4 3,6	3,4 5,9	4,4 8,2
450 km.	10 t.	3,9 5,8	4,7 7,6	5,5 9,2
	20 t.	2,2 3,2	2,9 4,9	3,7 6,7
600 km.	10 t.	3,5 5,0	4,1 6,4	4,7 7,7
	20 t.	2,0 2,7	2,6 4,1	3,1 5,4

TRANSPORT FERROVIAIRE PAR TRAIN COMPLET DE MARCHANDISES GENERALES.

(wagon de 20 t. de C.U.)

FOURCHETTE DES CHARGES D'EXPLOITATION

Distance	Trafic équilibré		Trafic avec retour à vide	
	2 extrémités raccordées	1 extrémité raccordée	2 extrémités raccordées	1 extrémité raccordée
100 km.	1,7	5,2 9,7	2,7	5,2 10,7
150 km.	1,4	3,8 6,8	2,2	4,6 7,6
250 km.	1,2	2,6 4,4	1,9	3,3 5,1
350 km.	1,1	2,1 3,4	1,7	2,7 4,0
450 km.	1,0	1,8 2,8	1,6	2,4 3,4
600 km.	0,9	1,6 2,3	1,6	2,2 2,9

TRANSPORT FERROVIAIRE PAR TRAIN COMPLET DE PONDEREUX (wagon de 30 t. de C.U.)

Distance	Trafic équilibré	Trafic avec retour à vide
100 km.	0,9	1,4
150 km.	0,8	1,3
250 km.	0,7	1,2
350 km.	0,6	1,1
450 km.	0,6	1,0
600 km.	0,6	1,0

TRANSPORT ROUTIER

CHARGES D'EXPLOITATION

Fr/TK

Distance	Charge	Transport en charge	Transport avec retour à vide
150 km.	10 t.	6,6	12,1
	20 t.	4,9	9,0
250 km.	10 t.	6,4	11,5
	20 t.	4,7	8,5
350 km.	10 t.	6,2	11,1
	20 t.	4,5	8,1
450 km.	10 t.	6,1	10,9
	20 t.	4,4	7,9

TRANSPORT PAR VOIE D'EAU

FOURCHETTE DES CHARGES D'EXPLOITATION

(amortissement compris)

Trafic équilibré

Fr/TK

Distance	Seine en amont de Paris	Saône	Canaux du Centre	Rhône	Seine + canaux	Saône + canaux
100 km.	2,2 3,8	2,1 3,7	2,7 4,5	4,4 6,0		
150 km.	1,8 2,8		2,3 3,6	3,5 4,5	1,9 3,1	1,0 3,0
250 km.			2,0 2,8	2,7 3,3	1,8 2,5	1,7 2,5
350 km.				2,3 2,9		

Trafic avec retour à vide

Distance	Seine en amont de Paris	Saône	Canaux du Centre	Rhône	Seine + canaux	Saône + canaux
100 km.	3,0 4,6	2,9 4,5	4,1 6,1	5,7 7,4		
150 km.	2,6 3,7		3,6 5,1	4,7 5,9	2,9 4,2	2,8 4,1
250 km.			3,3 4,4	3,9 4,8	2,9 3,8	2,8 3,7
350 km.				3,6 4,3		

CHAPITRE VI

PREVISIONS D'EVOLUTION DU TRAFIC GLOBAL

Les seules études actuellement disponibles sur l'évolution de l'économie française dans les années prochaines ont été faites pour l'année 1961 par le Commissariat au Plan lors de l'élaboration du 3ème Plan et pour l'année 1965 par le Commissariat au Plan et le Service d'études économiques et financières du Ministère des Finances. Ces "perspectives" sont relativement détaillées pour 1961, beaucoup plus globales pour 1965, mais, en aucun cas, elles ne comportent systématiquement d'indications régionales. Aussi, la Commission des Transports et Communications du Commissariat au Plan n'a-t-elle pu jusqu'à maintenant mener à son terme qu'une étude globale sur les transports à distance de marchandises dans l'ensemble de la nation, concluant par une augmentation de 24 % du trafic entre 1955 et 1961, soit approximativement un taux annuel de 4 %.

L'évolution du trafic sur la relation PARIS-MARSEILLE est difficile à esquisser pour un certain nombre de raisons :

- si on peut en première approximation admettre que la région du centre-est connaîtra un développement économique comparable à la moyenne, une incertitude plus grande règne sur l'avenir de la région marseillaise et sur l'activité du port de Marseille.

- une notable partie du trafic est un trafic de transit, sensible à l'amélioration éventuelle des voies de transport affluentes (cf. chapitre VII et VIII) et au développement plus ou moins inégal des diverses régions du territoire.

- une importante partie du trafic porte sur les combustibles solides et les hydrocarbures. Les courants de trafic sont susceptibles d'être profondément modifiés par l'arrivée du gaz de Lacq dans la région centre-est et par les implantations de nouvelles raffineries consécutives à la pose d'un pipe-line de pétrole brut reliant Lavera à Nancy ou Strasbourg et ayant éventuellement une antenne vers la région parisienne.

On a néanmoins tenté une analyse de l'évolution possible du trafic par catégories de produits et par grande section d'itinéraire. La dispersion des résultats entre sections n'est pas suffisamment forte pour que, eu égard à l'incertitude des projections nationales, il soit utile d'en tenir compte ; aussi adoptera-t-on un chiffre global d'expansion du trafic de 25 % entre 1955 et 1961 (soit 4 % par an). Toutefois, sur la section Marseille-Lyon, ce chiffre est à préciser ; si on n'installe pas de pipe-line de pétrole brut, le transport de produits raffinés se fera dans le sens MARSEILLE-LYON, et le trafic global sur cette section pourrait être à l'indice 135 ou 140 ; par contre, l'installation d'un pipe-line pourrait faire baisser le trafic (non compris le pétrole brut) à un indice 115 ou 120.

Pour le transport local de marchandises, on pourrait envisager un taux d'expansion un peu plus élevé ; toutefois, en première approximation, on a retenu le même taux que pour le transport à distance, soit 4 %.

En ce qui concerne le transport de voyageurs, les seules informations disponibles sont des estimations faites par le Service d'Etudes Economiques et financières, le rythme d'accroissement annuel serait, entre 1954 et 1961, de 4 % pour le transport public et de 10 % environ pour le transport privé.

On adoptera ces taux pour la période 1958-1961 et on admettra un certain ralentissement ensuite, d'où des taux de 3 % et 8 % entre 1961 et 1970, 2,5 % et 6 % après 1970.

Il faut insister dès maintenant sur l'incertitude de ces prévisions dont l'amélioration est essentielle mais ne pourra être obtenue que lorsque des projections à long terme (même assez globales), seront disponibles pour l'ensemble de l'économie et pour les principales régions.

Il faut souligner également que ces perspectives d'accroissement sont relatives à l'ensemble du trafic ; elles ne sont pas affectées par le caractère éventuellement aberrant de la répartition actuelle du trafic entre les divers modes de transports.

CHAPITRE VII

ETUDE DU COUT GLOBAL POUR LA NATION DES DIVERSES HYPOTHESES

DE REPARTITION DU TRAFIC.

I - GENERALITES .

Dans le chapitre IV, on a déterminé à partir de quel volume de trafic il est intéressant de modifier l'infrastructure pour un mode de transport. Dans le chapitre V, on a fourni des évaluations des dépenses d'exploitation qui sont fonction du trafic. Dans le chapitre VI, on a discuté les taux de progression du trafic global qui semblaient les plus probables.

Il reste maintenant à chercher quelle est la répartition de ce trafic global entre les divers modes de transport qui fournit la dépense actualisée la plus faible pour la nation.

Nous considérerons la répartition du trafic voyageur comme une donnée; il s'agit évidemment là d'une approximation étayée par la conviction que cette répartition n'est pas très sensible à des modifications des coûts relatifs pour l'usager⁽¹⁾.

Dans chacun de ces cadres d'hypothèses, on doit assurer un trafic global T de marchandises se partageant entre les trois modes de transport :

$$T = T_R + T_F + T_E$$

(1) - Cependant, cette répartition est mal connue, et, par suite, il pourrait être utile de faire tous les calculs qui suivent dans deux cadres d'hypothèses définis par des répartitions différentes du trafic global de voyageurs; on pourrait alors considérer la différence entre les résultats obtenus dans ces deux cadres, soit comme mesurant l'imprécision de nos conclusions, soit comme indiquant les résultats à attendre d'une action sur le comportement des voyageurs. Dans ce rapport, on n'a envisagé, qu'une seule hypothèse de répartition du trafic de voyageurs.

Pour chaque répartition du trafic, on peut calculer la valeur actualisée des dépenses pour la nation. Ce coût global comprend les éléments suivants (soit \sum_A la somme des valeurs actualisées) :

\sum_A	dépenses d'investissements routiers	S	1
+ \sum_A	" " ferroviaires	S	2
+ \sum_A	" " des voies navigables	S	3
+ \sum_A	" d'exploitation routière	S	4
+ \sum_A	" " ferroviaire	S	5
+ \sum_A	" " de la navigation	S	6

On va procéder en comparant des répartitions possibles deux à deux.

Dans une première étape, il peut être commode de ne faire varier que deux trafics et garder le troisième constant, c'est-à-dire mesurer les effets du transfert d'un certain trafic d'un mode de transport à un autre, le troisième mode de transport voyant sa situation inchangée.

Bien entendu, les résultats de ces comparaisons deux à deux ne sont pas "additives", c'est-à-dire que si le calcul montre que le transfert optimum de la route vers le rail, le trafic de la voie d'eau restant inchangé, est de x mds de TK et le transfert de la voie d'eau vers le fer, le trafic routier restant inchangé, est de y mds de TK, la meilleure solution n'est peut-être pas le transfert simultané de x et de y .

Toutefois ces comparaisons partielles permettront à peu près sûrement de se rapprocher de la solution.

Il faut d'autre part se limiter à l'étude de transferts qui aient une signification pratique. Ainsi,

- pour la route, on ne peut concevoir le transfert total du trafic de marchandises, dont une importante partie est constituée par du trafic local largement complémentaire des autres modes de transport ; on ne peut envisager que le transfert d'une faible fraction du trafic entre 50 et 150 kms et d'une fraction éventuellement importante du trafic à plus de 150 kms. (Cela signifie qu'on ne peut envisager a priori, sur la base du trafic de 1955, qu'un transfert d'un maximum 1 à 1,5 milliards de TK, soit entre le tiers et la moitié du trafic de marchandises et entre 15 et 25 % du trafic total évalué en véhicules-type km).

- pour le rail, l'existence d'un important trafic de voyageurs et l'ampleur du trafic de marchandises oblige à garder la ligne PARIS-MARSEILLE ouverte, et il est alors certain qu'une grande partie du trafic de marchandises reste à priori justifiée (trafic par train complet entre clients embranchés, une partie du trafic de transit).

- pour la voie d'eau, l'absence de trafic voyageurs permet d'envisager a priori la suppression totale du trafic ; cette hypothèse n'est pas absurde étant donné la faible ampleur de ce trafic actuellement (0,7 m. TK en 1955). A l'inverse, on peut envisager un trafic beaucoup plus important.

Les transferts entre route et voie d'eau ne sont guère probables, les conditions d'acheminement étant trop différentes. Aussi va-t-on examiner seulement les transferts entre route et rail, et entre rail et voie d'eau.

II - ETUDE DU TRANSFERT ROUTE-RAIL.

Ce n'est que par approximations successives qu'on peut déterminer le volume du transfert économiquement souhaitable. On peut toutefois, pour étudier d'emblée une hypothèse aussi proche que possible du résultat, examiner les éléments de comparaison déjà disponibles, et en particulier les tableaux donnant les charges partielles d'exploitation pour les deux modes de transport. On est alors conduit à penser que les trafics dont on peut envisager le transfert sont :

- du rail vers la route, les trafics à courte distance, entre expéditeur et destinataire non raccordés au réseau ferré.
- de la route vers le rail, les trafics à longue distance, en particulier entre expéditeur et destinataire dont l'un au moins est raccordé.

A - Transfert de la route vers le rail.

On va raisonner dans l'hypothèse d'un transfert total de 1 md. TK (sur la base du trafic de 1955) se ventilant comme suit :

$0,4 \times 10^9$ TK soit $0,7 \times 10^6$ tonnes à 600 km.

$0,6 \times 10^9$ TK " $1,3 \times 10^6$ tonnes à 450 km.

(soit $2,0 \times 10^6$ tonnes)

On admet que le transfert a lieu à partir de 1958 (1). Les trafics sont donc les mêmes jusqu'en 1957 dans les deux schémas de répartition. Faut d'informations précises sur les trafics en 1956 et 1957, on a admis qu'ils correspon- daient au taux d'expansion annuel de 4 % à partir de 1955.

(1) On reviendra plus loin (p. 140) sur la nécessité pratique d'une période transi- toire.

On admettra que le trafic transféré de la route vers le rail est transporté en wagons complets isolés. (L'éventualité d'un trafic transportable par train complet n'est pas à rejeter a priori, mais les tonnages en question doivent être faibles).

Les hypothèses générales d'augmentation de trafic correspondent aux rythmes annuels d'accroissement suivants :

- trafic routier de voitures particulières : 10 % jusqu'en 1961, 8 % entre 1962 et 1970, 6 % au-delà.
- trafic de marchandises : 4 %

On peut alors déterminer les dates auxquelles serait atteint, sur chaque tronçon de la route PARIS-MARSEILLE, le trafic limite justifiant la création d'une autre route, dans les deux hypothèses d'absence de transfert et de transfert vers un autre mode de transport, du tiers du trafic utilitaire :

	Sans transfert du trafic t_0	Avec transfert du tiers du trafic utilitaire t_1
	Trafic limite déjà atteint	
Paris-Fontainebleau	1965	1967
Fontainebleau-Avallon	1973	1975
Avallon-Chagny	1961	1963
Chagny-Lyon	Trafic limite déjà atteint	1959
Lyon-Vienne	1959	1961
Vienne-Marseille		

Le décalage est ainsi sensiblement de deux ans.

Le transfert entraîne les modifications de dépenses récapitulées dans le tableau suivant :

BILAN DU TRANSFERT (en mds)

	Economies	Dépenses
- économie due au recul de la construction de l'autoroute	9,5	
- dépense supplémentaire due à l'avance de certains investissements ferroviaires		1,5
- solde des modifications dans les dépenses d'entretien de la route	2,0	
- solde des modifications de charges d'exploitation du trafic non transféré	0,8	7,0
- économies sur les charges d'exploitation du trafic transféré	-10,6 + 210	
Solde total	- 7,6	à + 24

Au total, le transfert se traduit par un bénéfice, compris entre - 7,6 et + 24 mds

On a également fait le calcul homologue pour une deuxième variante de transfert, défini par le même transfert du rail vers la route, mais où les transferts de la route vers le rail ne portent que sur les trafics à 600 km., (soit 0,4 md/TK en 1955) : la fourchette d'économies est approximativement + 6, + 12 md.

B - Transfert du rail vers la route.

Le transfert du rail vers la route de l'acheminement d'un million de tonnes à une distance moyenne de 100 km. (soit 0,1 md. TK) entre expéditeur et destinataire non raccordés au réseau ferré crée un bénéfice pour la collectivité qui, en valeur actualisée, est compris entre 7 et 24 md.

C - Transfert combiné .

La conjugaison des deux transferts précédemment envisagés (soit au total une réduction du trafic routier de marchandises de 0,9 md TK dans les conditions de 1955) procure un gain pour la collectivité compris entre 0 et 48 md.

D - Portée des calculs précédents.

Pour resserrer les fourchettes ci-dessus, il faudrait connaître de façon plus précise la structure du trafic, et en particulier les conditions de chargement et de déchargement aux extrémités. Toutefois, la faiblesse de cette valeur du bénéfice capitalisé d'un transfert, eu égard à la valeur annuelle du trafic routier et ferroviaire de marchandises (environ 70 milliards en 1955) rend moins urgente l'amélioration du calcul du transport optimum.

Il faut maintenant noter que le calcul précédent a été fait en supposant le transfert exécuté intégralement en une année. Mais il va de soi qu'en pratique, il sera nécessaire de ménager une période transitoire, dont la longueur pourrait par exemple être fixée de façon à ce qu'aucun mode de transport n'ait à subir de contraction sensible de trafic (toutefois la détermination de la longueur de cette période nécessiterait qu'on tienne compte également des transferts souhaitables sur d'autres itinéraires).

Etant donné les dates assez proches auxquelles la réalisation des divers tronçons de l'autoroute est souhaitable, la période de transition couvrirait vraisemblablement une importante partie de l'espace de temps qui nous sépare de ces dates.

Or les calculs donnés en annexe montrent que les économies sont principalement obtenues avant la construction de l'autoroute, qui a pour effet d'abaisser le coût des transports routiers de marchandises (charges d'exploitation et dépenses d'entretien). Par suite, le transfert pratiquement désirable de la route vers le rail est plus faible que ne l'indiquent les résultats obtenus plus haut. Il semble qu'on puisse dégager comme conclusion qu'un certain transfert est souhaitable, dans les deux sens d'ailleurs (trafic à courte distance du rail vers la route, trafic à longue distance de la route vers le rail), mais que le volume de ce transfert est assez faible vis-à-vis du trafic actuel (de l'ordre de 10 % du trafic routier actuel de marchandises) et que le gain à escompter, sans être négligeable, est modique.

Il faut souligner que l'itinéraire PARIS-MARSEILLE présente un certain nombre de particularités :

- la date de réalisation de plusieurs tronçons d'autoroute est assez proche ,
- cette relation assure le quart du trafic routier de marchandises à plus de 150 km. (ce qui peut laisser penser que les transferts souhaitables de la route vers le rail seront plus faibles sur d'autres relations).
- la voie ferrée y a des coûts d'exploitation qui sont parmi les plus bas du réseau français (ce qui peut laisser penser que les transferts souhaitables du rail vers la route y sont particulièrement bas) ;

On conçoit qu'il soit impossible, à partir de la seule étude de PARIS-MARSEILLE, de dégager une conclusion précise sur l'ampleur des transferts souhaitables entre rail et route dans l'ensemble du pays.

Il faut enfin noter qu'on a supposé que les transports routiers n'avaient à subir aucun transbordement vers des véhicules moins lourds à l'une ou l'autre des extrémités, et qu'on a évalué les charges d'acheminement terminal entre la gare et l'usager aux conditions actuelles ; toute mesure apportant une modification appréciable à ces conditions et permettant de réduire de façon sensible ces charges terminales aurait pour effet de majorer les transferts souhaitables de la route vers le rail et de réduire les transferts souhaitables du rail vers la route.

III - ETUDE DU TRANSFERT ENTRE VOIE FERREE ET VOIE D'EAU .

On est obligé d'examiner séparément les divers tronçons de voies navigables parce que les coûts d'exploitation y sont très différents.

Sur la relation de la Haute-Seine, les distances de transport sont assez faibles (de l'ordre d'une centaine de kms) et les expéditeurs possèdent souvent un port particulier (carrières); aussi ne peut-on guère envisager un transfert vers le rail.

Sur la relation St-Mammès - Chalon, comme le trafic ne se fait guère de bout en bout, les transferts ne seraient envisageables qu'avec la ligne ferrée du Bourbonnais, qui n'a pas été examinée dans ce rapport.

Il ne reste donc à étudier que le Rhône.

Le Rhône .

En ce qui concerne le Rhône, le problème est plus complexe, car l'aménagement du fleuve est en cours et l'amélioration de la navigabilité ne sera substantielle qu'après l'achèvement d'un certain nombre d'ouvrages ; on se trouve ainsi en face de la perspective d'une discontinuité dans les conditions d'exploitation dans une dizaine d'années. De façon plus précise, l'aménagement complet du Rhône entre Lyon et Marseille sera difficilement terminé avant 1972 ; mais auparavant l'achèvement du tiers central apportera des améliorations importantes aux conditions de navigation. D'autres améliorations résulteront de l'aménagement de réservoirs pour la régularisation de l'énergie hydraulique dans le haut bassin du Rhône

tant en France qu'en Suisse (Ain et Valais). De même un accord avec la Suisse pour l'utilisation partielle du lac de Genève à la régularisation du débit du Rhône serait très profitable à la navigation.

On va donc examiner successivement le problème temporaire de l'éventualité, dans la situation actuelle, de transfert de trafic entre la voie ferrée et la voie d'eau, puis le problème plus large de l'aménagement du fleuve et du partage du trafic une fois cet aménagement terminé.

A - Les transferts avant l'achèvement de l'aménagement du Rhône.

Pour l'évaluation des avantages économiques justifient de tels transferts, il faut tenir compte des répercussions sur les charges d'investissement de l'infrastructure, des dépenses d'exploitation et des charges terminales. On examinera successivement les incidences de ces facteurs.

a) Répercussion des transferts sur les charges d'investissement d'infrastructure.

Etant donné que le Rhône est très éloigné de la saturation, la répercussion des transferts sur les charges de l'infrastructure de la voie navigable est négligeable.

Pour le fer, par contre, il sera nécessaire de faire environ 1,7 mds. d'investissement pour que le trafic puisse dépasser le niveau 170 par rapport à 1955 et atteindre le niveau 220. Dans l'hypothèse d'une augmentation de trafic au rythme de 4 % par an, ces dépenses seraient nécessaires vers 1968. Tout transfert de trafic du fer vers la voie d'eau ou inversement, a pour effet de reculer ou d'avancer cette date ; plus précisément, un transfert de 4 % du trafic actuel (soit $0,12 \times 10^9$ TK au niveau de 1955) décale d'un an les travaux nécessaires, soit une modification de dépense, en valeur actuelle, de 0,05 md.

b) Dépenses d'exploitation des moyens de transport.

L'évaluation des gains ou pertes d'exploitation résultant d'un transfert est évidemment délicate, tant qu'on n'envisage pas un trafic bien défini. Néanmoins les fourchettes fournies au chapitre V peuvent permettre de donner des indications.

Envisageons d'abord l'éventualité d'un transfert du rail vers la voie d'eau.

Si expéditeur et destinataire sont tous deux reliés à la fois au fer et au fleuve, on peut admettre que les coûts à prendre en considération sont les coûts minimum pour les deux modes de transport (cf. les définitions des coûts minimum au ch. V.) Les tableaux donnés à la fin du chapitre V montrent que les charges d'exploitation sont plus faibles par bateau que par wagon de 10 T. mais que, par contre, elles sont inférieures par wagon de 20 T. dès que la distance dépasse 150 km.

La différence des charges d'exploitation entre wagon de 20 t. et automoteur, sur une distance entre 200 et 350 Km, est de l'ordre de 1 fr par TK. Pour un transfert de $0,12 \times 10^9$ TK au niveau du trafic 1955, soit environ $0,14 \times 10^9$ TK en 1959, la dépense supplémentaire annuelle atteint dès 1959 l'économie d'investissement (qui n'est obtenue qu'une fois). Si on ajoute le fait que ces transferts

peuvent nécessiter des dépenses pour aménagement des installations terminales, on peut penser que, de façon générale, un tel transfert n'est pas intéressant ; bien entendu, on ne peut conclure sans un examen très détaillé de la structure actuelle du trafic (et des installations de chargement et de déchargement) qu'il n'existe pas quelques transferts modiques souhaitables.

Si on examine le transfert éventuel de trafic de la voie d'eau vers le fer il faut tenir compte du fait que le matériel rhodanien ne peut être utilisé sur d'autres voies. Il faut donc examiner séparément le trafic actuel et l'accroissement de trafic.

L'accroissement de trafic ne pouvant être obtenu qu'avec une augmentation du parc fluvial, il faut comparer les charges d'exploitation avec amortissement, c'est-à-dire prendre les chiffres qui viennent d'être utilisés ci-dessus. On voit alors immédiatement que la considération des dépenses d'infrastructure et d'exploitation conduit à la conclusion que tout le trafic supplémentaire doit être acheminé par fer ; cette conclusion devrait toutefois être atténuée par la considération d'éventuelles dépenses pour aménagement d'installations terminales.

Toute réduction du trafic actuel aurait par contre pour effet de laisser des bateaux inutilisés (le parc est en effet assez récent). Il faut alors prendre pour la voie d'eau les charges d'exploitation sans amortissement, et l'examen des formules du chapitre V montre que l'inégalité est en faveur de la voie d'eau. Si on ajoute les charges d'infrastructure éventuelles du fer, on peut conclure que, sauf exceptions, il y a intérêt à continuer à assurer par eau le trafic qui peut l'être avec la flotte actuelle.

En définitive, seule la considération détaillée du trafic peut permettre de dégager des conclusions précises. Toutefois, on peut avancer qu'en ce qui concerne le trafic actuel, il n'y a pas d'importants transferts souhaitables ; en ce qui concerne le trafic supplémentaire, il semble bien que, au moins jusqu'à l'achèvement de l'équipement du tiers central, il y ait intérêt, sauf exceptions, à ce qu'il soit assuré par le fer. Bien entendu, cette conclusion n'est valable qu'en l'absence de modifications dans les méthodes de navigation employées.

B - Etude de l'aménagement complet du Rhône.

L'aménagement complet du Rhône entre Lyon et la mer comprendrait 12 chutes dont 5 sur le tiers central où la pente est la plus forte et les obstacles à la navigation les plus sérieux. Actuellement, 2 chutes (Donzère-Mondragon et Montélimar) sont complètement aménagées, les travaux d'une troisième, Baix-Logis-Neuf, sont en cours. Pour achever l'aménagement du fleuve, il reste donc 9 chutes à équiper dont 2 sur le tiers central.

On peut envisager trois éventualités :

- a) premier cas : l'aménagement du Rhône est poursuivi jusqu'à aménagement complet.
- b) deuxième cas : on aménage seulement le tiers central du Rhône.
- c) troisième cas : la chute de Baix-Logis-Neuf est aménagée avec écluse, conformément au programme en cours d'exécution ; les chutes suivantes sont aménagées sans écluses, c'est-à-dire que la navigation est arrêtée à partir de 1962.

Dans ce qui suit, on comparera seulement les éventualités a) et c).

Il va de soi qu'on aurait pu prendre comme hypothèse de travail la réalisation des ouvrages de Beauchastel et Valence sur le tiers central, et entreprendre, de la même façon, l'étude économique de l'aménagement du secteur supérieur et du secteur inférieur ; pour ces chutes en effet, les seules considérations d'hydro-électricité et d'irrigation conduiront peut-être à en abandonner l'équipement, la décision étant largement conditionnée par les possibilités d'installation de centrales nucléaires à un rythme suffisant et à un coût acceptable. Mais l'élément dominant, dans ce calcul, aurait été la comparaison des coûts d'exploitation suivant que la totalité du fleuve ou seulement le tiers central est aménagé, éléments sur lesquels la Commission n'a pas, actuellement, d'informations suffisantes.

Pour faire un calcul analogue à ceux du reste de ce rapport, il faudrait prévoir le trafic probable. Toutefois, une importante partie du trafic éventuel sur le Rhône portera sur des marchandises acheminées jusqu'à Lyon par le canal de l'Est (branche sud) et ses prolongements (Moselle et Rhin) et par le canal du Rhône au Rhin et ses prolongements (haut-Rhin et éventuellement Danube). Une fraction de ce trafic peut être du trafic international, et, en l'état actuel des études sur les répercussions du marché commun, il est impossible de formuler des prévisions sur le trafic entre l'Est de la France et Marseille.

Aussi a-t-on préféré aborder le problème de façon inverse, se donner une hypothèse sur l'évolution possible du trafic entre Lyon et Marseille, et chercher l'ampleur du trafic en provenance de voies affluentes que le Rhône devra transporter pour que son aménagement soit économiquement intéressant.

On trouvera dans l'annexe II à ce chapitre la formulation complète du problème. On va en résumer ici les grandes lignes.

1. - Les étapes du calcul .

Comme échéancier des aménagements, on a admis l'achèvement du tiers central en 1967, l'achèvement de tous les travaux en 1972. Pour les autres voies, on admet que d'ici 1970 les voies ferrées Dijon-Thionville et Dijon-Mulhouse seront électrifiées et les voies d'eau St-Jean de Losne-Thionville et St-Jean de Losne-Mulhouse seront au gabarit de 2,20 m. (1) .

En ce qui concerne les conditions de navigation sur le Rhône, on peut raisonnablement admettre qu'après l'achèvement en 1972 de l'aménagement du fleuve, le transport fluvial s'opérera par poussage avec navigation continue, de jour et de nuit. Par hypothèse, chaque convoi comporte un pousseur de 800 CV et 4 chalands de 700 tonnes chacun.

Pour le trafic entre Lyon et Marseille, on peut, à titre d'hypothèse, admettre qu'il aura la même structure que le trafic actuel (le pourcentage de chaque tranche de distance étant la même). La navigation continue et l'atténuation de la vitesse du courant, permettront de réduire la durée des déplacements. En supposant que les durées de chargement et de déchargement restent les mêmes qu'actuellement, mais qu'on opère sur les 4 chalands simultanément, on peut estimer qu'un convoi peut

(1) L'adoption de ces diverses hypothèses ne constitue en aucune manière une prise de position sur le bien fondé de ces investissements.

effectuer 25.000 kilomètres par an, soit assurer un trafic de 70 millions de TK, et les charges d'exploitation doivent alors se situer entre 0,50 et 1 fr/TK.

Lorsque le trafic emprunte simultanément le Rhône et d'autres voies, on peut estimer que les charges d'exploitation sur le Rhône sont sensiblement supérieures, car les conditions de navigabilité des voies d'eau prolongeant le Rhône ne permettront pas l'emploi généralisé de convois intégrés avec des chalands aussi gros ; il faudra probablement utiliser des chalands de 350 t. qui pourront être tractés individuellement sur les canaux au nord de St-Jean de Losne.

Pour la Saône, on utilise les formules de coût données au chapitre V. Pour les canaux à 2,20 m. on utilisera les formules suivantes, donnant la dépense totale pour transporter une tonne sur d Km. :

$$P \text{ min.} = 85 + 0,95 d$$

$$P \text{ max.} = 185 + 1,1 d$$

Pour calculer le coût à la TK pour chaque catégorie de trafic, il faut ajouter les dépenses afférentes à chaque tronçon de voie en veillant à ne compter qu'une fois les charges terminales.

Pour le fer, on a tenu compte du fait que le trajet est un peu moins long sur certaines parties du parcours.

Enfin, on a admis que le trafic dont on envisage le transport soit par voie d'eau, soit par fer serait acheminé moitié par wagon de 20 t., moitié par train complet de pondéreux dans le second cas.

La différence des charges d'exploitation entre le transport ferroviaire et le transport par voie d'eau est fonction de la distance d'acheminement, distance totale et distance sur chaque tronçon fluvial. Comme il est indiqué dans l'annexe, on a envisagé cinq catégories de trafic :

C_0 sur le Rhône seulement,

C_1 de Chalon à Marseille (140 km. de Saône + 350 km. de Rhône, soit 490 km.)

C_2 de Chalon à un port entre Lyon et Marseille (140 km. de Saône + 200 km. de Rhône, soit 340 km.).

C_3 d'un port de l'Est à Marseille (250 km. de canal à 2,20 + 200 km de Saône + 350 km. de Rhône, soit 800 km. équivalent à 750 km. par voie ferrée).

C_4 d'un port de l'Est à un port entre Lyon et Marseille (250 km. de canal à 2,20 m + 200 km. de Saône + 200 km. de Rhône, soit 650 km. équivalent à 600 km. par voie ferrée).

et on a admis en ce qui concerne le trafic en provenance ou à destination de voies affluentes, qu'environ les deux tiers étaient effectués entre un port de l'Est et Marseille (catégorie C_3).

Pour chaque catégorie de trafic, on peut définir une fourchette des

différences des charges d'exploitation, l'un des termes correspondant à la différence entre les charges minimum par fer et maximum par voie d'eau, l'autre à la différence entre les charges maximum par fer et minimum par voie d'eau.

Enfin, en ce qui concerne la croissance du trafic, on a fait les hypothèses suivantes :

- sur le Rhône seul, le trafic sera constant de 1958 à 1967, se développera légèrement de 1967 à 1972 atteignant 0,3 md TK, passera à 0,65 md TK en 1980 (augmentation de 10 % par an), puis croîtra au rythme de 4 % par an.
- pour le reste du trafic, il part d'un niveau négligeable en 1972, croît vite jusqu'en 1980 (niveau T 1980), puis croît au rythme de 4 % par an.

2 - Les résultats du calcul .

Dans ces conditions, le fait de cesser d'aménager le Rhône pour la navigation après l'achèvement des travaux de Baix-Logis-Neuf (1962) et d'assurer par le fer le trafic qui pourrait être assuré par voie d'eau si on terminait l'aménagement du fleuve, entraîne les économies et les dépenses suivantes, pour la période 1958-2010 en valeur actualisée en 1958, pour un trafic T 1980 de 1,5 md.TK .

	économies	dépenses
économie sur l'aménagement du fleuve :	13,5 mds	
dépenses d'investissements ferroviaires :		1,7
dépenses d'exploitation :		-1,7 à 8,5 md.

Au total, l'opération se traduit par une économie comprise entre 3,3 et 13,5 mds, ce qui signifie que, pour le trafic envisagé, l'aménagement complet du fleuve n'est pas justifié économiquement (1) .

On peut chercher la valeur du trafic T₁₉₈₀ minimum pour que l'opération d'aménagement du fleuve soit économiquement intéressante. Le tableau ci-dessous donne cette valeur pour différentes éventualités des écarts entre les charges d'exploitation (pour obtenir le trafic total, il faut ajouter les 0,6 md TK du trafic empruntant le Rhône seul).

	u ₀	Minimum	Maximum	Moyen
u _i				
Minimum				
Maximum		3,8	2,8	3,3
Moyen		27	18	22,5

- u₀ - différence des charges d'exploitation pour le trafic empruntant le Rhône seul.
- u_i - différence des charges d'exploitation pour le trafic empruntant le Rhône et d'autres voies.

(1) il faudrait défalquer de cette économie les dépenses de reconversion du personnel employé actuellement à la navigation sur le Rhône.

Lorsque l'écart entre les charges d'exploitation par fer et par eau est minimum, aucun trafic n'est susceptible de rendre l'aménagement économiquement intéressant, parce que, dans nos hypothèses, le seul trafic entre Lyon-Marseille procure des économies inférieures aux charges d'infrastructure et que, pour les autres trafics, l'écart des charges d'exploitation est en faveur du fer.

Il est probable, étant donné les raisons de l'écart dans les fourchettes de coût, qu'on aura simultanément le maximum, le minimum ou la moyenne pour u_0 et u_i . On peut alors établir le tableau simplifié suivant où on a également donné le tonnage en millions de tonnes :

Ecart entre les charges d'exploitation du fer et de la voie d'eau	Trafic limite en 1980 sur le Rhône			
	En provenance de voies affluentes.		Trafic total	
	10^9 TK	10^6 tonnes	10^9 TK	10^6 tonnes
Maximum	2,8	8,8	3,4	10,4
Moyen	22,5	70	24,1	71,6
Minimum				

Il résulte de ce tableau que, lorsque l'écart est minimum, aucun trafic, si élevé soit-il, ne serait capable de rendre l'opération économiquement intéressante ; à l'opposé, lorsque l'écart est maximum, il suffirait d'un trafic de 2,8 md.TK, soit 8,8 millions de tonnes, en provenance ou à destination des régions de l'Est.

3.- Portée des calculs .

On constate que l'ouverture de la fourchette est considérable (1) ; elle traduit la grande incertitude que comporte le problème tel qu'il a été posé ; celle-ci résulte de l'éloignement de la date à laquelle les travaux d'aménagement des secteurs amont et aval pourront être terminés. Les prévisions sur les prix de revient du transport par eau et par fer susceptibles d'intervenir à si lointaine échéance sont nécessairement aléatoires.

Cependant il semble bien que de toute manière l'aménagement intégral du Rhône entre Lyon et la Méditerranée ne soit économiquement justifié que si le trafic atteint des tonnages très élevés. Il est possible que, dans le cadre du marché commun, le trafic du Rhône soit appelé à se développer fortement, mais il est extrêmement délicat de faire des prévisions sur l'ordre de grandeur des tonnages dont on peut escompter l'acheminement par la voie rhodanienne à des dates aussi reculées. Tout au plus peut-on donner l'indication physique suivante : si on admet que le canal

(1) Il faut toutefois noter que les extrémités de la fourchette sont assez peu probables; elles correspondent en effet à des cas où on se trouverait dans la situation la plus favorable pour un mode de transport et la plus défavorable pour l'autre ; il est peu probable que cela se produise, sauf pour quelques acheminements particuliers.

du Rhône au Rhin et le canal de l'Est, branche Sud, sont modernisés à 2,20 m et fonctionnent à $\frac{3}{4}$ de la saturation, ils peuvent assurer un débit de l'ordre de 6 millions de tonnes chacun ; si on admet de plus que la moitié de ce tonnage soit 6 millions de tonnes, est ensuite acheminé sur le Rhône avec les hypothèses de répartition de trafic que nous avons admises, il en résulte pour le Rhône un trafic de $6 \times (350 \times \frac{65}{85} + 200 \times \frac{20}{85}) \times 10^6$ TK soit 1,95 md TK, auquel s'ajoute le trafic

en provenance ou à destination de Chalon, soit avec les mêmes hypothèses, 0,35 md.TK, soit au total 2,3 md. TK (non compris le trafic sur le Rhône seul).

Le calcul précédent a été fait avec un taux d'actualisation de 8 % sur toute la période considérée. Il est possible que ce taux soit trop fort pour des dates éloignées ; aussi les calculs ont-ils été faits également avec un taux de 8 % jusqu'en 1967, puis un taux de 5 % au-delà. Le trafic à assurer sur le Rhône en prolongement des voies de l'Est est approximativement les deux tiers de celui indiqué ci-dessus. Néanmoins le trafic minimum reste encore assez élevé (1,8 + 0,6 = 2,4 md/TK sur le Rhône, soit 7,2 millions de tonnes).

De tout ce qui précède, on ne peut tirer de conclusions sans avoir précisé mieux les écarts de charges d'exploitation, ce qui est actuellement assez difficile. Aussi l'étude a-t-elle surtout un intérêt méthodologique.

Il est toutefois souhaitable, lorsqu'on disposera de données plus sûres sur les conditions de navigation dans diverses hypothèses d'aménagement du fleuve, de reprendre tous ces calculs pour un certain nombre d'éventualités. Il serait en particulier intéressant de rechercher si l'aménagement du fleuve au-delà du tiers central est justifié, compte tenu de l'intérêt plus faible des chutes hydro-électriques restant à aménager et des perspectives du développement de l'énergie nucléaire.

Les chiffres élevés auxquels on est arrivé ci-dessus pour le trafic minimum peuvent même suggérer de reprendre l'examen des dates optimum de réalisation des deux dernières chutes du tiers central. Bien entendu, si on limite l'aménagement au tiers central, les investissements imputables à la navigation seraient fortement réduits, même si on tient compte des travaux de régularisation à courant libre que, dans cette hypothèse, on serait amené à entreprendre pour améliorer les conditions de navigation dans les secteurs amont et aval ; par contre, les charges d'exploitation de la navigation seraient quelque peu relevées. Une telle étude, qui devrait faire intervenir explicitement les considérations d'hydro-électricité, ne pourrait évidemment être entreprise qu'en liaison avec les services responsables en matière d'énergie.

Enfin, si les possibilités d'expansion du trafic dans le cadre du marché commun s'affirmaient considérables, une étude complémentaire devrait être faite comportant l'aménagement au gabarit européen de 1350 T du canal de l'Est Branche Sud et du Canal du Rhône au Rhin qui assurent la liaison fluviale du Rhône et de la Saône avec la Moselle canalisée et le Haut-Rhin. Les dépenses d'investissements seraient assez importantes, mais les possibilités physiques de trafic seraient grandement accrues.

Sections : Bâtiments et installations diverses

- 100 % de la rubrique 92441 Grosses réparations des bâtiments autres que les logements et les cités.
- " " 92444 Grosses réparations des logements et cités
- " " 92446 Entretien et grosses réparations du matériel fixe
- " " 92447 Entretien et grosses réparations des installations hydrauliques.

La définition ainsi précisée est extrêmement différente de celle utilisée dans diverses publications. En particulier, dans les rapports annuels sur l'exécution du plan de modernisation et d'équipement, les chiffres intitulés "investissements totaux de la S.N.C.F." ne comprennent qu'une fraction de ces investissements : les dépenses d'électrification, de reconstruction, certains travaux de premier établissement, des participations financières ; par contre ne figure, pour le matériel roulant, que l'écart - lorsqu'il est positif - entre les dépenses effectives et le fonds de renouvellement. C'est donc quelque chose qui ressemble à de l'investissement net, mais n'en est pas exactement ; en fait, c'est l'application d'une définition empirique, en usage depuis plusieurs années, mais qui n'a jamais été définie de façon précise et ne correspond à aucun concept économique rigoureux.

ANNEXE 6

TABLEAU DE CORRESPONDANCE DES NOMENCLATURES DE MARCHANDISES

Voie d'eau	Fer	Route
I - Combustibles minéraux solides	Combustibles minéraux	Charbon
II - Matériaux de construction	Matériaux de construction et de voirie Terres et pierres	Argiles, terres, pierres, matériaux de construction, déblais, gravats, démolitions
III - Engrais - amendements	Amendements - engrais	Engrais naturels et chimiques
IV - Bois à brûler - bois de service	Bois de construction Combustibles végétaux	Bois de chauffe - bois manufacturé
V - Produits fabriqués de l'industrie métallurgique	Produits métallurgiques véhicules - matériel assimilé	Vieux métaux n.f. récupération produits non ferreux Fonte, acier brut, ferro-alliage, ¹ / ₂ produits, lingots Produits finis laminés, tubes et tuyaux Machines - matériel de transport Matériel d'entreprise de réparation et d'entretien Quincaillerie - Petits prod.métal.
VI - Matières premières de l'industrie métallurgique	Minerais	Minerais ferreux et non ferreux Ferrailles, vieux métaux, récupération

ANNEXE I AU CHAPITRE VII

ETUDE DU TRANSFERT ENTRE LA ROUTE ET LE RAIL

Ce n'est que par approximations successives qu'on peut déterminer le volume du transfert économiquement souhaitable. On peut toutefois, pour étudier d'emblée une hypothèse aussi proche que possible du résultat, examiner les éléments de comparaison déjà disponibles, et en particulier les tableaux donnant les charges partielles d'exploitation pour les deux modes de transport. On est alors conduit à penser que les trafics dont on peut envisager le transfert sont :

- du rail vers la route, les trafics à courte distance, entre expéditeur et destinataire non raccordés au réseau ferré.
- de la route vers le rail, les trafics à longue distance.

En toute rigueur, il faut examiner les deux transferts simultanément, parce que les divers termes du calcul ne sont pas linéaires et par suite les résultats partiels ne sont pas additifs. Toutefois, par souci de clarté, on va d'abord les examiner successivement.

A - TRANSFERT DE LA ROUTE VERS LE RAIL.

On va raisonner dans l'hypothèse d'un transfert total de n md.TK (sur la base du trafic de 1955) entre expéditeur et destinataire non raccordés se ventilant comme suit :

$0,4 \times 10^9$ TK soit $0,7 \times 10^6$ tonnes à 600 km.

$0,6 \times 10^9$ TK soit $1,3 \times 10^6$ tonnes à 450 km.

(soit au total $2,0 \times 10^6$ tonnes).

On admet que le transfert a lieu à partir de 1958. Les trafics sont donc les mêmes jusqu'en 1957 dans les deux schémas de répartition. Faute d'informations précises sur les trafics en 1956 et 1957, on a admis qu'ils correspondaient au taux d'expansion annuel de 4 % à partir de 1955.

On admettra que le trafic transféré de la route vers le rail est transporté en wagons complets isolés. (L'éventualité d'un trafic transportable par train complet n'est pas à rejeter a priori, mais les tonnages en question doivent être faibles).

Ce transfert entraîne des modifications de dépenses pour des raisons diverses qui vont être examinées successivement. Auparavant, on va calculer la date à laquelle la construction des divers tronçons de l'autoroute devient justifiée économiquement.

1) Date où on atteint le trafic-limite sur la route.

Si on adopte comme unité le véhicule-type défini au chapitre III (véhicule de tourisme équivalent), le trafic de 1955 était composé pour moitié environ de véhicules tourisme et moitié de véhicules utilitaires. Moyennant les taux d'expansion retenus (accroissement annuel du trafic de voitures particulières de 10 % jusqu'en 1961, de 8 % entre 1962 et 1970, de 6 % au-delà, accroissement du trafic utilitaire de 4 %), et en admettant qu'il n'y ait pas de trafic induit en provenance d'autres routes on arrive sans transfert, sur une section dont le trafic en 1955 était T_0 , au trafic limite à la date t_0 telle que :

$$\begin{array}{cccccc}
 t_0 - 1955 & \theta_1 - 1955 & \theta_2 - 1961 & \theta_3 - 1970 & & \\
 0,5T_0(1,04) & + 0,5T_0(1,10) & \times (1,08) & \times (1,06) & = & 10.000
 \end{array}$$

avec $\theta_1 = t_0$

$= 1961$

θ_2

$= 1970$

θ_3

avec $\theta_1 = 1961$

$\theta_2 = t_0$

$\theta_3 = 1970$

$\theta_1 = 1961$

$\theta_2 = 1970$

$\theta_3 = t_0$

si $t_0 < 1961$

si $1961 < t_0 < 1970$

si $t_0 > 1970$

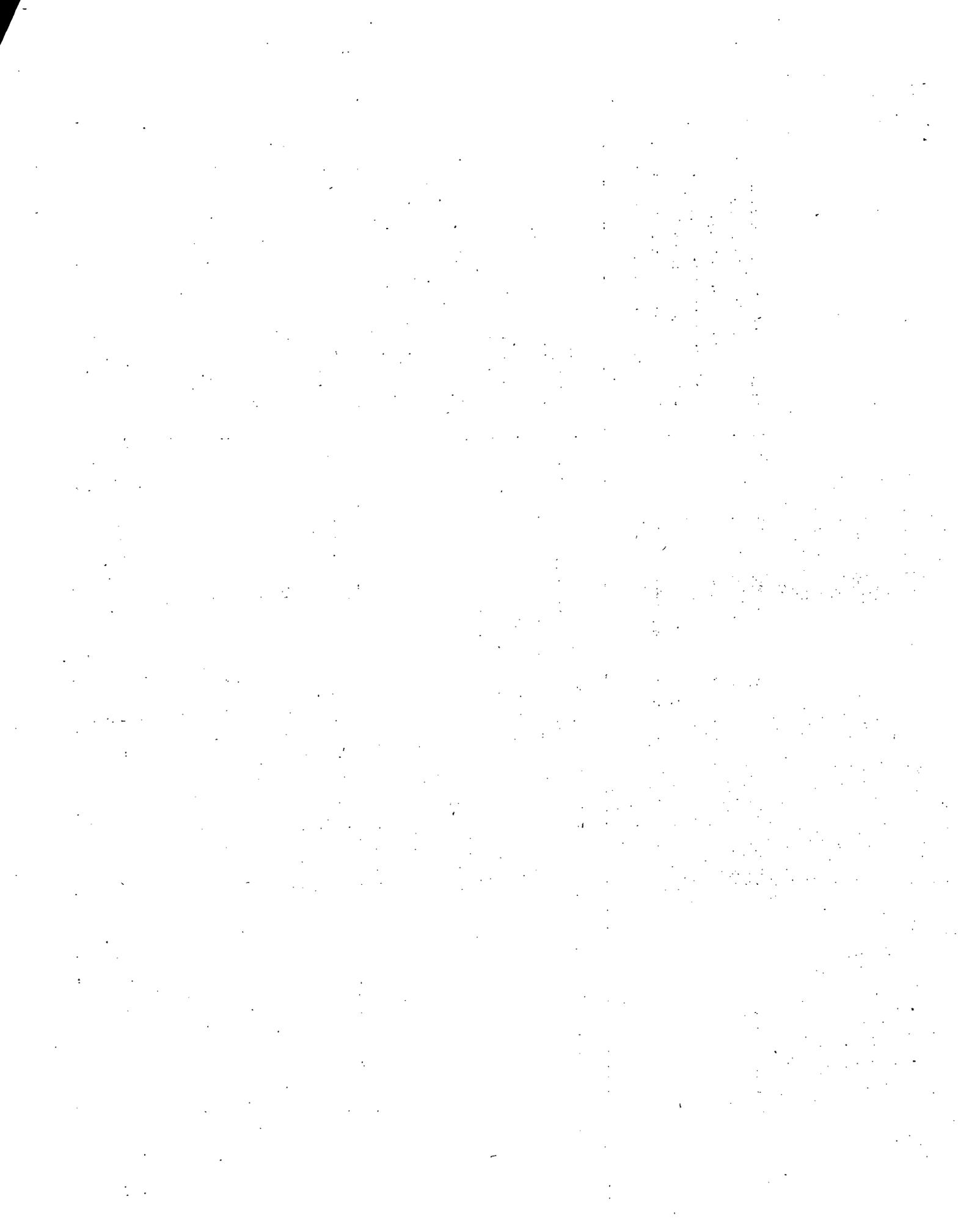
Si on avait transféré le tiers du trafic utilitaire, la date optimum de mise en service deviendrait t_1 tel que :

$$\begin{array}{cccccc}
 t_1 - 1955 & \theta_1 - 1955 & \theta_2 - 1961 & \theta_3 - 1970 & & \\
 0,5 \times \frac{2}{3} T_0(1,05) & + 0,5 T_0(1,10) & \times (1,08) & \times (1,06) & = & 10.000
 \end{array}$$

VII - Produits industriels	Corps gras - dérivés Matières tannantes - tinctoriales Produits chimiques Papiers - cartons Tissus - textiles Produits céramiques, verrerie	Huiles végétales et animales, graisses Cuir et peaux - chaussures Caoutchouc - pneumatiques Produits chimiques (sauf engrais) Pâtes à papier, papier, cartons Verres - bouteilles et vaisselle Textiles - vêtements - fourrures Gondrons
VIII - Produits agricoles et alimentaires	Animaux Céréales - denrées non périssables fruits et légumes Betteraves - sucres Boissons Fourrages - plantes	Animaux Viande - charcuterie Lait frais Beurre - oeufs - fromage Poissons Pommes de terre Fruits et légumes Sucres et mélasses Epicerie - alimentation générale Conserves - légumes - fruits séchés Vins - eaux de vie - Boissons Céréales et farines Betteraves Produits non alimentaires d'origine végétale ou animale
IX - Hydrocarbures	Huiles minérales - combustibles liquides Expéditions - colis Sel Tarif général Groupages Dépouille d'animaux Mobilier Emballages vides Journaux et autres	Produits pétroliers - lubrifiants Gaz liquéfié - huiles minérales Messageries - colis postaux, groupages Sel Journaux - revues - livres - papiers imprimés Déménagements - mobilier - effets personnels Emballages vides Non indiqués Divers
X - Divers		

Sources : Voie d'eau : Statistique annuelle de la navigation intérieure par courants de trafic - O - N - N -
 Nomenclature officielle des marchandises transportées par voie d'eau.

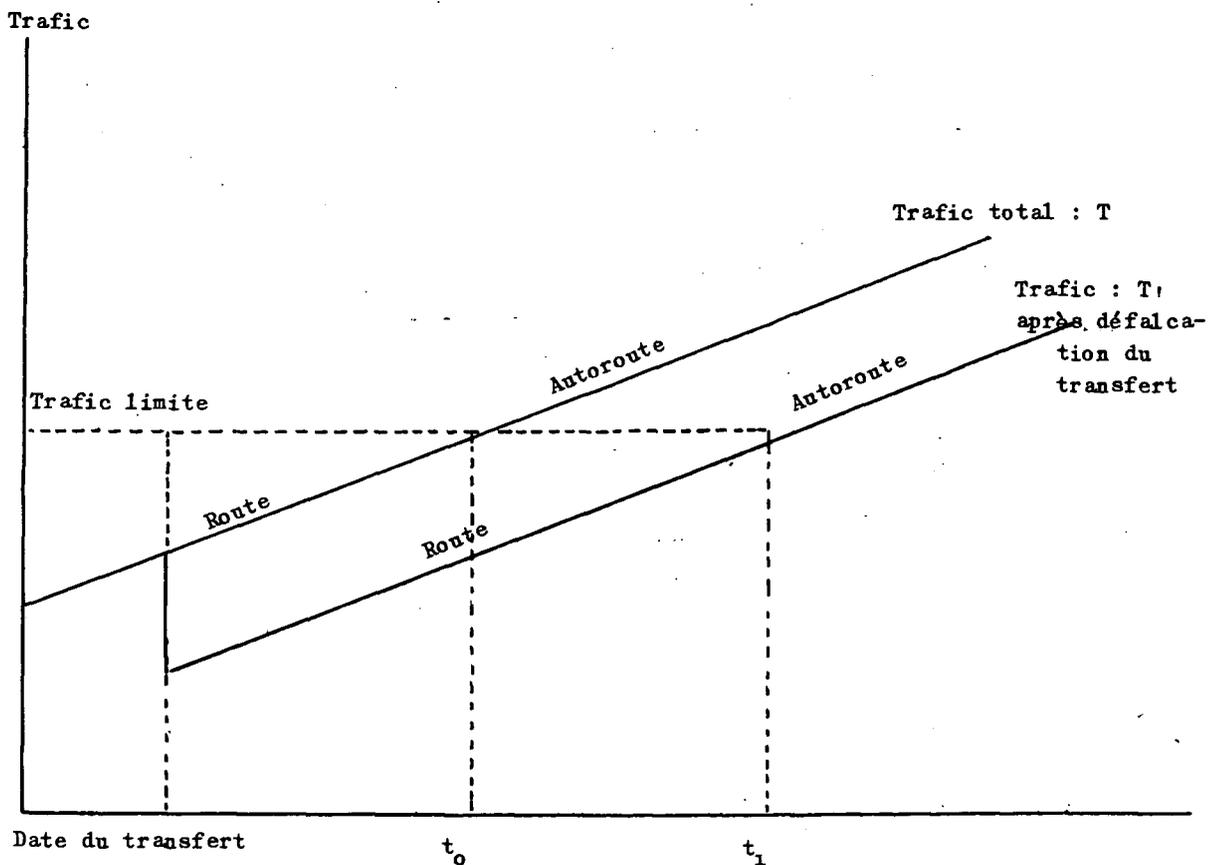
Fer : Nomenclature tarifaire par nature de marchandises - Memento de statiques : Direction Générale S.N.C.F.
 Route : Enquêtes par sondage - Transports routiers de marchandises - I.N.S.E.E.



Le tableau suivant donne les dates où ce trafic-limite sera probablement atteint sur les différents tronçons de la route PARIS-MARSEILLE.

	Sans transfert du trafic : t_0	Avec transfert du tiers du tra- fic utilitaire t_1
Paris - Fontainebleau	Trafic limite déjà atteint	
Fontainebleau - Avallon	1965	1967
Avallon - Chagny	1973	1975
Chagny - Lyon	1961	1963
Lyon - Vienne	Trafic limite déjà atteint	1959
Vienne - Marseille	1959	1961

La date optimum de réalisation de l'autoroute est ainsi reculée d'environ deux ans, et le trafic peut-être représenté par le graphique ci-joint :



2) - Ecart de coûts dûs au décalage dans les dates de réalisation des investissements.

Si on réalise un investissement de valeur I à la date t_1 au lieu de la réaliser à la date antérieure t_0 , on fait une économie qui, actualisée en 1958,

$$\text{vaut } E = I \left[\frac{1}{(1+a)^{t_0 - 1958}} - \frac{1}{(1+a)^{t_1 - 1958}} \right]$$

Le transfert du tiers du trafic utilitaire, permettant le recul de deux ans de la construction de l'autoroute, procure ainsi une économie d'environ 9,5 md.

Par contre, le report d'un certain trafic de marchandises sur le fer conduit à avancer des investissements ferroviaires. Le report d'un milliard de TK (au niveau de 1955) majore le trafic de 12 %, c'est-à-dire avance de trois ans le niveau atteint par le trafic et la date où les investissements sont nécessaires. Les 6,7 mds d'investissements à effectuer pour que le trafic dépasse le niveau 130 seront à réaliser en 1959 au lieu de 1962, soit un coût supplémentaire de 1,4 md. les 1,7 mds d'investissements nécessaires pour franchir le seuil de 170 seront à avancer de 1970 à 1967, soit un coût supplémentaire de 0,2 md.

3) - Ecart entre les dépenses d'entretien de l'infrastructure routière.

Les modifications dans les dépenses d'entretien de l'infrastructure et de police comprennent trois termes :

- entre l'année de transfert et t_0 , une réduction tenant à ce que le trafic est plus faible et à ce que la suppression d'une importante partie du trafic très lourd réduit les risques de défaillance grave sur des sections de l'itinéraire ;
- entre t_0 et t_1 , le trafic emprunte une route ordinaire et non une autoroute ; comme on a admis (cf. chapitre IV) que les dépenses d'entretien sont sensiblement les mêmes sur les deux types de route, on a juste à compter une réduction due à la baisse du trafic ;
- au-delà de t_1 , une légère réduction grâce à la réduction de trafic sur l'autoroute.

Tous ces termes sont faibles car si les dépenses d'entretien des routes nationales sont assez élevées au kilomètre, elles sont faibles au véhicule-km, à cause de l'importance du trafic. L'ensemble de ces termes peut être estimé à environ 1 milliard

4) - Ecart entre les charges d'exploitation relatives au trafic non transféré.

Entre la date du transfert et la date t_0 , la diminution des encombrements sur l'itinéraire actuel occasionne des économies. Si on estime qu'une réduction de trafic de 15 % entraîne une réduction des arrêts et ralentissements équivalent à 1,5 km. sur 100, l'économie au véhicule-type km, sera de 0,15 fr, d'où une économie totale de :

$$0,15 \left[T'_0 + \frac{T'_0}{1+a} + \dots + \frac{T'_0}{(1+a)^{t_0}} \right] \times 800 \times 365 \quad T' \text{ étant le trafic non transféré mesuré en nombre de véhicules-types.}$$

soit 1,8 mds.

Entre les dates t_0 et t_1 l'infrastructure est différente dans les deux éventualités. Avec transfert, pendant la période t_0 - t_1 , les charges d'exploitation sont supérieures d'environ 3,50 frs, soit une dépense supplémentaire de :

$$3,50 \left[\frac{T'_0 + 1}{(1+a)^{t_0}} + \dots + \frac{T'_1}{(1+a)^{t_1}} \right] \times 800 \times 365$$

soit 8,8 mds.

Après t_1 , le transfert permet d'avoir un trafic plus faible que l'autoroute. Mais comme celle-ci est loin de la saturation, l'effet est négligeable.

5) - Ecart entre les charges d'exploitation relatives au trafic transféré

Nous admettrons que le trafic transféré se faisait sur la route moitié par chargement de 12 t., moitié par chargement de 20 t., et se faisait par wagon complet moitié par wagon de 10 t. et moitié par wagon de 20 t. :

Les charges à la TK ; qui découlent du chapitre V, sont reprises dans le tableau ci-dessous, en francs :

Distance en kms	Route		Fer			
	20 t.	12 t.	Minimum		Maximum	
			20 t.	10 t.	20 t.	10 t.
600	4,4	6,1	2,2	3,2	4,2	5,5
450	4,4	6,1	2,9	3,8	5,4	6,6

d'où les écarts suivants entre la route et le fer (ligne ferroviaire électrifiée, absence d'atoroute).

Distance en Kms.	Ecart à la TK (en francs)		Ecart pour le trafic transféré au niveau de 1955 (en mds de frs)	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
600	0,4	2,5	0,16	1,0
450	- 0,7	1,9	- 0,42	1,14
Total			- 0,26	2,14

$$\text{Ecart maximum} = \frac{\text{route } 20 \text{ t.} + \text{route } 12 \text{ t.}}{2} - \frac{\text{fer min. } 20 \text{ t.} + \text{fer min. } 12 \text{ t.}}{2}$$

$$\text{Ecart minimum} = \frac{\text{route } 20 \text{ t.} + \text{route } 12 \text{ t.}}{2} - \frac{\text{fer max. } 20 \text{ t.} + \text{fer max. } 12 \text{ t.}}{2}$$

Jusqu'à la date t_1 , le coût du transport routier doit être pris égal aux chiffres du chapitre V. Après cette date, il faut tenir compte de réductions de coût procuré par la création de l'atoroute.

Cette date t_1 est variable suivant les tronçons. Dans une analyse poussée, il faudrait tenir compte de ces différences. Pour un calcul approché, on adoptera la date moyenne de 1965.

Comme on le voit sur le tableau ci-dessus, on ne peut guère donner qu'une fourchette, dont les termes sont malheureusement de signe contraire. Ainsi, jusqu'en 1965, la valeur actualisée des économies sur le trafic transféré est comprise entre - 1,6 md et + 14 md.

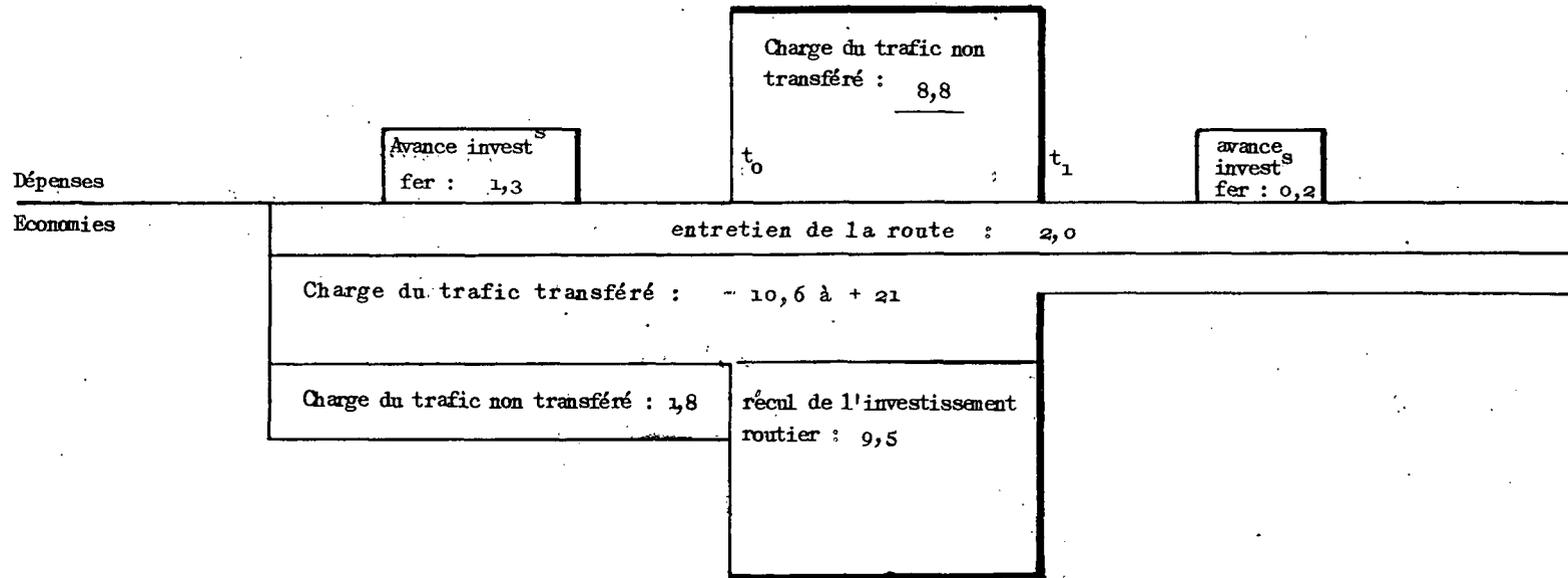
Pendant la période 1966-1972, elle est comprise entre - 9 mds et + 7 mds. Pour l'ensemble de la période de 15 ans 1958-1972 à laquelle on s'est limité, on arrive à la fourchette - 10,6 md, + 21 md. Pour réduire cette fourchette, il faudrait connaître mieux qu'on ne le peut actuellement la structure du trafic effectif, de façon à préciser les éléments transférables.

6) - Bilan d'ensemble .

Le transfert vers le rail d'environ le tiers du trafic de marchandises assuré actuellement par la route se traduit finalement par le bilan suivant :

BILAN DU TRANSFERT DE LA ROUTE VERS LE RAIL

	Economies	Dépenses
Investissements routiers	9,5	
Investissements ferroviaires		1,5
Entretien de la route	2,0	
Charges d'exploitation du trafic non transféré :		
jusqu'en t ₀	1,8	
de t ₀ à t ₁		8,8
Charges d'exploitation du trafic transféré :		
jusqu'en t ₁	- 1,6 à 14	
après t ₁	- 9 + 7	
D'où au total, un solde, en faveur du transfert compris entre :		- 7,6 et 24 mds.



Remarque :

On constate que l'économie procurée par le recul de l'investissement routier et les charges supplémentaires du trafic non transféré sont du même ordre de grandeur. Cela n'est pas un hasard, mais résulte de la définition de la date optimum de réalisation de l'autoroute ; celle-ci est en effet telle que le fait de décaler d'une période unitaire cette réalisation provoque une perte en capital et un gain en charges d'exploitation (ou l'inverse) qui s'équilibrent ; si le décalage est un peu supérieur à une période (ici deux ans) ; l'écart entre la perte et le gain s'amplifie, mais reste toujours modique.

B - TRANSFERT DU RAIL VERS LA ROUTE.

On va examiner les effets d'un transfert du rail vers la route de l'acheminement d'un million de tonnes à 100 km. (soit $0,1 \times 10^9$ TK) entre expéditeur et destinataire non raccordés.

Le calcul est en tous points identique au précédent. On peut toutefois observer que le solde des dépenses d'infrastructure, d'entretien et de charges d'exploitation du trafic non transféré, qui était très faible dans l'exemple précédent du transfert de la route vers le rail (3,0 md.) devient quasi négligeable. En ce qui concerne les charges d'exploitation relatives au trafic transféré, on a retenu les chiffres suivants :

charges à la TK :	route 20 t.	5,7
(en frs)	12 t.	7,8
	fer minimum 20 t.	10
	10 t.	12,7
	maximum 20 t.	21
	10 t.	25

écart à la TK :	minimum	4,6
(en frs)	maximum	16,3

écart pour le trafic		
transféré au niveau		
de 1955.	minimum	0,46
(en md.de frs)	maximum	1,63

Tous calculs faits, le solde du transfert est compris entre 7 et 24 mds.

C - TRANSFERT COMBINÉ.

Si on combine les deux transferts précédents, ce qui conduit au total à diminuer le trafic routier de marchandises de 0,9 md.TK, le gain pour la collectivité est compris approximativement entre 0 et 48 md.

ANNEXE II AU CHAPITRE VII

ETUDE SOMMAIRE DE L'AMENAGEMENT COMPLET DU RHÔNE

Les deux éventualités qui sont comparées dans cette annexe sont les suivantes :

a) premier cas : l'aménagement du Rhône est poursuivi jusqu'à aménagement complet.

b) deuxième cas : la chute de Baix-Logis Neuf est aménagée avec écluse, conformément au programme en cours d'exécution ; les chutes suivantes sont aménagées sans écluses, c'est-à-dire que la navigation est arrêtée à partir de 1962.

Dans le second cas, le trafic est assuré par fer à partir de 1962 ; dans le premier cas, il est raisonnable de penser que l'aménagement complet du Rhône ne donnera que progressivement naissance à un important trafic sur le fleuve. Les considérations sur la situation actuelle ayant montré qu'il est probablement avantageux que le trafic fluvial ne se développe guère, au moins jusqu'à aménagement complet du tiers central, nous admettrons qu'en 1972, le trafic atteint 0,3 md TK, que de 1972 à 1980, il se développe à un rythme rapide et qu'au-delà de 1980, le rythme de développement reprenne le niveau de 4 % par an.

D'autre part, l'aménagement complet du Rhône devrait permettre non seulement d'acheminer des marchandises entre Lyon et Marseille, mais aussi d'acheminer sans transbordement à Lyon ;

- du trafic en provenance du canal de l'Est (branche sud) et de ses prolongements Moselle et Rhin (Région de Nancy, Thionville, Bassin de la Ruhr, Rotterdam) ;

- du canal du Rhône au Rhin et de ses prolongements Haut-Rhin et ultérieurement Danube (Région de Strasbourg, de Bâle et ultérieurement Europe Centrale).

- du canal du Centre et du canal de la Marne à la Saône et de ses prolongements vers la Région parisienne et la Région du Nord.

Pour comparer les deux éventualités, il faut successivement examiner les écarts des dépenses d'infrastructure et des charges d'exploitation.

a) - Charges d'infrastructure.

L'aménagement complet du Rhône, après l'achèvement de la chute de Baix-Logis neuf, coûtera une certaine somme dont une fraction est relative aux travaux supplémentaires nécessaires pour permettre la navigation. Soit R cette fraction, dont le paiement s'échelonnait sur la période 1962-1972, et qui, en valeur actualisée au 1-1-1958, vaut donc $\frac{R}{2}$.

Le fait d'assurer un trafic T sur le Rhône au lieu de l'assurer par fer permet de reculer de h_1 années (h_1 étant fonction de T) les investissements ferroviaires $M_1, M_2, \dots, M_i, \dots$ destinés à faire face à l'augmentation de trafic et dont les échéances, en l'absence de trafic fluvial seraient $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots$

Le gain procuré par ces décalages est donné par :

$$\frac{M_1}{(1+a)^{t_1}} \left[1 - \frac{1}{(1+a)^{h_1}} \right] + \frac{M_2}{(1+a)^{t_2}} \left[1 - \frac{1}{(1+a)^{h_2}} \right] + \frac{M_i}{(1+a)^{t_i}} \left[1 - \frac{1}{(1+a)^{h_i}} \right]$$

Enfin, il se peut que l'aménagement du Rhône conduise à équiper certaines voies d'eau, d'où des dépenses N_1 à des dates t'_1 (la détermination de ces dépenses devrait d'ailleurs découler de l'étude elle-même (1)).

b) Charges d'exploitation

La comparaison des charges d'exploitation est délicate, du fait que certains éléments du trafic peuvent emprunter plusieurs voies successives sur lesquelles les coûts ne sont pas les mêmes.

Le trafic à prendre en compte est ainsi constitué par un ensemble de diverses catégories T_i , définies chacune par la distance parcourue sur le Rhône et la distance parcourue sur l'une des voies affluentes.

Soit u_i la différence de charges d'exploitation à la TK pour chaque catégorie de trafic. La différence des charges d'exploitation globale est égale à :

$$\sum_t \sum_i \frac{u_i T_i(t)}{(1+a)^t}$$

Ordre de grandeur des termes ci-dessus.

Un calcul complet nécessiterait beaucoup d'hypothèses, et une vue assez précise du trafic probable dans 15 ans en tenant compte des répercussions du marché commun. De telles informations n'existent pas actuellement. On peut néanmoins, à l'aide d'un certain nombre d'hypothèses simplificatrices, essayer d'estimer un ordre de grandeur du trafic nécessaire sur le Rhône pour que son aménagement soit économiquement intéressant.

(1) En toute rigueur, étant donné que le parc fluvial sera amené à croître rapidement entre 1972 et 1980 dans l'hypothèse de l'aménagement du Rhône, il serait correct de faire figurer les dépenses de constitution de ce parc dans les charges d'investissement.

Par souci de simplification, on a traité des dépenses en charges d'amortissement; l'erreur qui résulte de cette méthode n'est probablement pas très grande, car dans l'hypothèse où le trafic serait assuré par fer, il faudrait également procéder à des achats de wagon.

a) Charges d'infrastructure.

La différence entre les dépenses d'aménagement du Rhône suivant qu'on construit les installations nécessaires à la navigation ou qu'on coupe le fleuve à la navigation n'ont jamais été chiffrées de façon précise par comparaison de deux projets complets. En tenant compte de ce qu'on a observé pour les barrages déjà construits, on a estimé à 8 % du coût total de l'aménagement les dépenses occasionnées par l'écluse et les installations propres à la navigation. On obtient alors pour R un chiffre de 25 milliards auquel il y a lieu d'ajouter environ 2 md pour le canal de contournement du golfe de Fos qui achève la liaison avec Marseille.

Sur la section ferroviaire de Lyon-Marseille, pour permettre au trafic marchandise de dépasser le niveau 170 par rapport à 1955, il faut effectuer vers 1968 des travaux coûtant environ 3,7 md pour passer au niveau 220. Au-delà, il faudrait envisager le report du trafic supplémentaire sur la ligne de la rive droite du Rhône, en utilisant soit la traction Diesel, soit la traction électrique si le trafic devait atteindre le niveau 300. Dans ce cas, les dépenses seraient de l'ordre de 16 md vers 1978.

Nous faisons l'hypothèse que, d'ici 1970, les liaisons ferroviaires Dijon-Thionville et Dijon-Mulhouse seront électrifiées. Ces liaisons étant très loin de la saturation, on peut négliger, dans un calcul approché, les économies dues au recul d'investissements destinés à permettre l'augmentation de trafic, recul qui serait permis par l'existence d'un trafic par eau entre Marseille et Thionville ou Mulhouse.

Nous admettons également que d'ici 1970, la mise au gabarit de 2,20 m. des voies d'eau St-Jean-de-Losne - Thionville et St-Jean-de-Losne - Mulhouse sera achevée.

Nous admettrons enfin, pour simplifier, que le trafic entre Paris et Marseille par le canal du Centre ou le canal de Bourgogne, puis la Saône et le Rhône, est négligeable. Si on veut éviter cette hypothèse, il faut prendre en compte les investissements futurs sur la voie ferrée Paris-Lyon, et les travaux de mise à 2,20 m. de la liaison fluviale.

Au total, l'aménagement complet du Rhône entraîne des dépenses d'infrastructure dont le solde net, en valeur actualisée, vaut :

$$\frac{27}{2} - \frac{1,7}{2,16} \left[1 - \frac{1}{(1,08)^{h_1}} \right] - \frac{16}{4,7} \left[1 - \frac{1}{(1,08)^{h_2}} \right]$$

$$= 13,5 - 0,8 \left[1 - \frac{1}{(1,08)^{h_1}} \right] - 3,4 \left[1 - \frac{1}{(1,08)^{h_2}} \right]$$

b) Dépenses d'exploitation

Les termes u_i , différence des charges d'exploitation (1) entre le fer et la voie d'eau dépendent de la catégorie de trafic i (distance sur les divers tronçons) et de la date.

Sur le Rhône, jusqu'à aménagement du tiers central, on peut admettre que les conditions de navigabilité sont voisines des conditions actuelles. Par contre on peut raisonnablement admettre qu'après achèvement en 1972 de l'aménagement du fleuve entre Lyon et la mer, le transport fluvial s'opérera par poussage avec navigation continue de jour et de nuit.

Il est très difficile actuellement de faire une estimation précise du prix de revient d'une telle exploitation dont la mise en oeuvre n'est à prévoir qu'après 1972. On ne peut que fixer d'assez larges fourchettes. En faisant l'hypothèse vraisemblable que chaque convoi comporterait un pousseur de 800 CV. et 4 chalands de 700 t. chacun, on pourrait admettre en ce qui concerne le trafic entre Lyon et Marseille une fourchette définie par les formules suivantes donnant la dépense totale pour transporter une tonne sur d km :

$$\begin{aligned} P. \text{ min.} &= 55 + 0,27 d \\ P. \text{ max.} &= 150 + 0,40 d \end{aligned}$$

(A une distance de 250 km, ces coûts deviennent 0,49 frs et 1 fr/TK.)

Pour compenser le fait que nous n'avons pas tenu compte entre 1958 et 1967 des améliorations apportées par la régularisation du débit du fleuve signalées plus haut, nous admettrons que les conditions de navigabilité correspondant à l'aménagement complet jouent dès 1967 ; ces termes sont d'ailleurs peu importants, car on a admis un trafic faible jusqu'en 1972.

Lorsque le trafic emprunte simultanément le Rhône et d'autres voies, on peut estimer que les charges d'exploitation sur le Rhône sont sensiblement supérieures car les conditions de navigabilité des voies d'eau prolongeant le Rhône ne permettront pas l'emploi généralisé de convois intégrés avec des chalands aussi grands.

Sur la Saône, on peut estimer que les charges seront équivalentes à celles du Rhône, du moins jusqu'à St-Jean de Losne (à 160 kms de Lyon). Plus en amont, on adoptera la même formule que pour les canaux à 2,20 m., soit :

$$\begin{aligned} P. \text{ min.} &= 85 + 0,95 d \\ P. \text{ max.} &= 185 + 1,1 d \end{aligned}$$

en supposant que les convois comprendront 5 chalands de 350 t. sur le Rhône et la Saône, puis éclateront, les chalands étant individuellement tractés sur berge sur les canaux.

Pour calculer le coût à la TK pour chaque catégorie de trafic, il faut ajouter les dépenses afférentes à chaque tronçon de voies, en veillant à ne compter qu'une fois les charges terminales, et on adoptera les formules suivantes où d représente la distance parcourue sur le Rhône ou la partie amont de la Saône, d' la distance parcourue sur les voies de l'Est

(1) y compris amortissement du matériel.

$$P. \text{ min.} = 90 + 0,40 d + 0,95 d'$$

$$P. \text{ max.} = 230 + 0,60 d + 1,1 d'$$

(le terme constant est obtenu en majorant légèrement la moyenne des formules Rhône et canal pour tenir compte d'une certaine rupture de charge à St Jean de Losne).

En ce qui concerne le transport ferroviaire, nous adopterons les formules donnant les charges d'exploitation qui figurent au Chapitre V. On tiendra compte du fait que le trajet est un peu moins long sur certaines parties du parcours. On admettra que le trafic assuré par voie d'eau serait acheminé moitié par wagon de 20 t., moitié par train complet lourd s'il était assuré par voie ferrée (il faut considérer cette hypothèse comme une représentation schématique d'une réalité plus complexe où il y aurait probablement peu de wagons isolés, et une partie du trafic assuré par des rames de divers tonnages).

Pour le trafic dont l'origine ou la destination n'est pas sur le tronçon Lyon-Marseille, c'est-à-dire qui emprunte également une autre voie que le Rhône, la différence des charges d'exploitation dépend de la distance totale et des distances respectives sur chaque tronçon.

On est obligé de schématiser les catégories de trafic, et nous envisagerons les cinq cas suivants :

- C₀ entre Lyon et Marseille (distance moyenne 250 kms).
- C₁ de Chalon à Marseille (140 kms de Saône + 350 kms de Rhône, soit 490 kms).
- C₂ de Chalon à un port entre Lyon et Marseille (140 kms de Saône + 200 kms de Rhône soit 340 kms).
- C₃ d'un port de l'Est à Marseille (310 kms de canal ou Saône à 2,20 m. + 1,60 km de Saône aval + 350 kms de Rhône, soit 820 kms équivalent à 750 kms par voie ferrée).
- C₄ d'un port de l'Est à un port entre Lyon et Marseille (310 kms de canal ou Saône à 2,20 m. + 160 kms de Saône + 200 kms de Rhône, soit 670 kms équivalent à 600 kms par voie ferrée).

On peut alors dresser le tableau suivant, donnant pour chaque catégorie de trafic, les coûts à la TK, la distance étant ramenée à celle du trajet par fer (1)

(1) - ainsi, sur le trajet port de l'Est-Marseille, le coût résultant de l'application des formules pour la voie d'eau est multiplié par 820.

Catégorie de trafic	Fer					Voie d'eau		Ecart entre le fer et la voie d'eau	
	wagon de 20 t.		train complet de pondéreux	Ensemble		Min.	Max.	Min.	Max.
	Min.	Max.		Min.	Max.			Col. 4 - Col. 7	Col. 5 - Col. 6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sur le Rhône seul (250 kw.)	1,7	2,6	0,7	1,2	1,45	0,40	1,0	0,20	1,16
Chalon-Marseille	1,3	1,8	0,6	0,95	1,2	0,38	0,70	0,25	0,82
Chalon - Port du Rhône	1,4	2,1	0,6	1,0	1,25	0,42	0,84	0,16	0,93
Port de l'EST-Marseille ...	1,2	1,6	0,6	0,9	1,1	0,78	1,17	0,27	0,32
Port de l'Est- Port du Rhône	1,3	1,7	0,6	0,95	1,15	0,88	1,31	-0,36	0,27

Pour continuer le calcul, il serait souhaitable de prévoir le trafic uniquement français à escompter, et d'examiner si ce trafic est suffisant pour rendre les investissements rentables, ou, dans le cas contraire, quel trafic complémentaire de transit serait nécessaire.

Toutefois, la prévision de ces trafics est, à l'heure actuelle, impossible avec une précision suffisante. Aussi va-t-on opérer en sens inverse et rechercher d'abord quel tonnage doit circuler sur le Rhône pour que son aménagement soit économiquement intéressant, puis examiner la plausibilité de ce trafic.

Nous allons toutefois, pour simplifier, admettre que le trafic sur le Rhône seul se développe entre 1973 et 1980 au rythme de 10 %, passant de 0,3 md/TK en 1972 à 0,65 md TK en 1980, puis au rythme de 4 % par an. L'inconnue est alors le trafic empruntant simultanément le Rhône et d'autres voies.

Soit T_0 le trafic en TK sur le Rhône seul θ_0 ce trafic en tonnes :
 $T_0 = 250 \theta_0$ et l'écart dans les charges d'exploitation suivant qu'on achemine le trafic par fer ou par eau est donné par :

$$v_o = u_o \times T_o$$

Soit θ_1 le trafic en tonnes circulant sur le Rhône et d'autres voies. Il nous faut faire des hypothèses sur la répartition de ce tonnage par catégorie de trafic.

On admettra :

10 % de Chalon à Marseille

5 % de Chalon à un port du Rhône (200 kms sur le Rhône)

65 % d'un port de l'Est à Marseille

20 % d'un port de l'Est à un port du Rhône (200 km. sur le Rhône).

Ces transports conduisent à un trafic en TK sur le Rhône qui est donné par $T_1 = (0,10 \times 350 + 0,05 \times 200 + 0,65 \times 350 + 0,20 \times 200) \theta_1 = 313 \theta_1$

L'écart dans les charges d'exploitation suivant qu'on achemine le trafic par fer ou par eau est donné par :

$$V_1 = (u_1 \times 0,10 \times 4,90 + u_2 \times 0,05 \times 340 + u_3 \times 0,65 \times 750 + u_4 \times 0,20 \times 600) \theta_1$$

$$= (49 u_1 + 17 u_2 + 438 u_3 + 120 u_4) \frac{T_1}{313}$$

soit, avec les valeurs des fourchettes pour les u_i résultant du tableau ci-dessus :

$$= 0,16 T_1$$

$$+ 0,74 T_1$$

Résultats des calculs

Ils sont consignés dans le bilan ci-contre où tous les chiffres sont en valeur actualisée en 1958.

Pour le trafic sur le Rhône seul, les différences des charges d'exploitation entre 1962 et 2010 sont comprises en 1,3 et 4,2 md.

Pour le trafic empruntant le Rhône et une autre voie, la fourchette est la suivante pour un trafic de 1,5 md TK en 1980 ; - 3,0 md et + 4,3 md. Ainsi, pour un trafic en 1980 d'environ 2,1 md TK, la fourchette extrême des différences de charges d'exploitation est :

- 1,7 md et 8,5 md de francs actualisés en 1958.

Les écarts de charges d'infrastructure deviennent alors :

aménagement du fleuve - dépenses 13,5 mds.

investissements ferroviaires - économies 1,7 mds.

Le bilan d'ensemble se traduit par une dépense supplémentaire comprise entre 3,3 et 13,5 md, exprimant que pour le trafic envisagé, l'aménagement complet du fleuve n'est pas justifié économiquement.

BILAN DE L'AMÉNAGEMENT DU RHONE POUR UN TRAFIC

DE 2,1 md.TK sur le RHÔNE (économies ou

dépenses supplémentaires créées par

1° aménagement du fleuve)

(Milliards de frs.)

	Economies	Dépenses
<u>Charges d'Exploitation .-</u>		
- Trafic sur le Rhône seul	1,3 à 4,2	
- Trafic empruntant le Rhône et une autre voie	-3,0 à 4,3	
Total :	-1,7 à 8,5	
<u>Charges d'infrastructure .-</u>		
- Aménagement du fleuve		13,5
- Investissements ferroviaires	1,7	
Total :	0 à 10,2	13,5
SOLDE :	- 3,3 à - 13,5	

De façon plus générale, pour que l'opération d'aménagement du fleuve soit économiquement neutre, le trafic empruntant le Rhône en prolongement d'une voie de l'Est doit prendre en 1980 les valeurs minimum données dans le tableau suivant (dans ce tableau on a croisé les valeurs des écarts des charges d'exploitation pour les deux grandes catégories de trafic, trafic empruntant le Rhône seul et trafic empruntant également une voie affluente) (1).

TRAFIC NECESSAIRE SUR LE RHÔNE

EN PROLONGEMENT DES VOIES DE L'EST.

Taux d'actualisation 8 % - Unité : md.TK

$u_i \backslash u_o$	Min.	Max.	Moyen
Min.			
Max.	3,8	2,8	3,3
Moyen	27	18	22,5

u_o Différence des charges d'exploitation pour le trafic empruntant le Rhône seul.

u_i Différences des charges d'exploitation pour le trafic empruntant le Rhône et des voies affluentes.

La partie hachurée traduit le fait suivant : lorsque l'écart entre les charges d'exploitation par fer et par eau est minimum, aucun trafic n'est susceptible de rendre l'aménagement du Rhône économiquement intéressant parce que, avec nos hypothèses, le seul trafic entre Lyon-Marseille, procure des économies inférieures aux charges d'infrastructure et que, pour les autres trafics, l'écart des charges d'exploitation est en faveur du fer.

Il est probable, étant donné les raisons de l'écart dans les fourchettes de coût, qu'on aura simultanément le maximum, le minimum ou la moyenne pour u_o et u_i . On peut alors établir le tableau simplifié suivant où on a également donné le tonnage en millions de tonnes :

(1) - à ce trafic, il faut ajouter les 0,6 md.TK empruntant le fleuve seul.

Ecart entre les charges d'exploitation du fer et de la voie d'eau.	Trafic limite en 1980 sur le Rhône			
	En provenance de voies affluentes.		Trafic total	
	10 ⁹ TK	10 ⁶ tonnes	10 ⁹ TK	10 ⁶ tonnes
Maximum	2,8	8,8	3,4	10,4
Moyen	22,5	70	24,1	71,6
Minimum				

Il résulte de ce tableau que, lorsque l'écart est minimum, aucun trafic, si élevé soit-il, ne serait capable de rendre l'opération économiquement intéressante ; à l'opposé lorsque l'écart est maximum, il suffirait d'un trafic de 2,8 md TK soit 8,8 millions de tonnes, en provenance ou à destination des régions de l'Est.

L'ouverture de la fourchette est ainsi considérable, ce qui traduit la grande incertitude que comporte le problème posé, avec l'intervention de prévisions à longue échéance.

Il faut toutefois noter que les extrémités de la fourchette sont assez peu probables ; elles correspondent en effet à des cas où on se trouverait dans la situation la plus favorable pour un mode de transport et la plus défavorable pour l'autre ; il est peu probable que cela se produise, sauf pour quelques acheminements particuliers.

Influence du taux d'actualisation

Le calcul précédent a été fait avec un taux d'actualisation de 8 % sur toute la période considérée (c'est-à-dire jusqu'en 2010). L'incertitude sur le taux à retenir pour une période aussi longue est évidemment forte. Aussi a-t-on également envisagé l'éventualité du taux de 8 % jusqu'en 1967, puis son remplacement par un taux de 5 %. Le tableau ci-dessous donne les ordres de grandeur auquel on arrive. En comparant avec le tableau donné ci-dessus p. 166, on constate que l'écart est assez sensible, mais que néanmoins le trafic minimum reste encore important (1,8 + 0,6 = 2,4 md.TK sur le Rhône, soit 7,2 millions de tonnes).

TRAFIC NECESSAIRE SUR LE RHÔNE
EN PROLONGEMENT DES VOIES DE L'EST.

Unité : Md. TK

Taux d'actualisation : 8% jusqu'en 1967
5 % au-delà

$u_i \backslash u_0$	Min.	Max.	Moyen
Min.	/	/	/
Max.	2,8	1,8	2,2
Moyen	15	9	12

u_0 différence des charges d'exploitation pour le trafic empruntant le Rhône seul.

u_i différence des charges d'exploitation pour le trafic empruntant le Rhône et des voies affluentes.

Remarques :

1. - On n'a pas tenu compte, dans les calculs, des pertes que la navigation peut occasionner à l'hydro-électricité ou à l'irrigation du fait des écluses et du souci de maintenir le niveau des eaux aussi régulier que possible.

2. - Il serait souhaitable d'étudier, de la même façon, l'intérêt économique de l'aménagement du fleuve au-delà du tiers central. Pour faire cette étude, il faudrait pouvoir comparer de façon précise les conditions de navigation avec ou sans aménagement des tiers supérieur et inférieur, comparaison sur laquelle la Commission ne dispose pas, à l'heure actuelle, d'informations assez précises.

CHAPITRE VIII

OBSERVATIONS GENERALES

Comme on l'a souligné à plusieurs reprises dans les chapitres précédents, l'étude entreprise sur la relation PARIS-MARSEILLE avait surtout pour but d'illustrer une méthode générale pour appréhender les aspects principaux des problèmes de transport ; les informations chiffrées qu'on a utilisées sont, sur certains points, trop incertaines ou trop fragmentaires, pour qu'on puisse dès maintenant parvenir à des conclusions définitives.

Néanmoins, d'ores et déjà, il est possible de dégager quelques conclusions relatives aux méthodes et aux informations (1).

1°) - Comme on pouvait s'y attendre, l'étude d'une grande relation ne peut être menée isolément. L'importance du trafic de transit ou du trafic en provenance ou à destination d'une autre relation oblige à considérer simultanément plusieurs grandes relations. En toute rigueur, on sera amené ainsi peu à peu à couvrir l'ensemble du territoire, et probablement même à incorporer dans l'étude, à titre de données, les conditions de transport sur certaines voies des pays voisins. L'expérience seule pourra dire moyennant quelle approximation on peut se limiter à une fraction du territoire.

2°) - L'ampleur du transfert de trafic souhaitable ne peut être déterminée avec une certaine précision que moyennant une bonne connaissance de la structure du trafic actuel. Les principales lacunes de l'information statistique portent, de façon générale sur les conditions d'acheminement du trafic ; pour certains modes de transport, on sait quel trafic est assuré entre tel et tel point, ou entre telle et telle zone, mais on ignore dans quelle mesure la même marchandise emprunte un seul ou deux (ou trois) modes de transport successifs. Cela tient à ce que, jusqu'à maintenant, les statistiques de transport sont tenues de façon séparée pour les divers modes de transport. Les études de répartition optimum de transport ne pourront être menées de façon satisfaisante que quand les statistiques seront relatives à un acheminement complet, de l'expéditeur au destinataire. Aux difficultés présentes s'ajoute, pour le trafic routier, une très mauvaise connaissance du trafic entre zones elles-mêmes.

3°) - Tous les calculs de charges d'exploitation de ce rapport ont été menés dans l'hypothèse implicite du maintien des prix actuels (2) pour l'ensemble des achats des transporteurs et des conditions de rémunération du personnel. Or, à niveau général des prix constants, les prix relatifs se déformeront au fur et à mesure de l'expansion économique ; d'autre part, les conditions de rémunération du personnel sont actuellement assez inégales suivant les modes ou les entreprises de transport ; le calcul de l'optimum pour la collectivité devrait se faire à conditions identiques, d'ailleurs l'évolution spontanée se fera probablement dans le sens d'une uniformisation à conditions de travail égales.

(1) - On trouvera dans l'annexe à ce chapitre des indications plus précises sur certains des travaux complémentaires qui seraient nécessaires.

(2) - En fait, les prix sont ceux de la fin de 1956.

4°) - On n'a pas tenu compte de certaines servitudes réglementaires (par exemple celles inspirées par la notion de service public) imposées à certains transporteurs.

5°) - La connaissance du trafic futur probable est un élément fondamental des calculs. Il est évident que, pour élaborer de telles prévisions, des perspectives nationales d'expansion économique sont nettement insuffisantes, et qu'il serait essentiel de disposer de perspectives régionales.

6°) - Les calculs des chapitres précédents ont montré l'importance très grande que tenaient certains paramètres économiques, et en particulier le taux d'actualisation. Ainsi, à titre d'exemple, on peut observer que la date optimum de construction d'une autoroute est avancée de 5 à 6 ans si on adopte comme valeur du taux d'actualisation 5 % au lieu de 8 %. De même, l'adoption d'un taux de 5 % à partir de 1967 au lieu du maintien du taux de 8 % diminue d'environ un tiers le trafic minimum qui doit passer sur le Rhône pour que l'aménagement complet du fleuve soit économiquement intéressant. La Commission souhaiterait savoir de façon précise le taux à retenir pour l'ensemble des études économiques de la nation.

Sur les quatre premiers points, les responsables en matière de transport peuvent apporter des améliorations, et la Commission s'efforcera d'y contribuer. Les deux derniers, par contre, débordent largement le cadre des transports, et la Commission ne peut que souhaiter que les organismes compétents lui fournissent les informations nécessaires.

ANNEXE AU CHAPITRE VIII

INDICATIONS SUR CERTAINES ETUDES COMPLEMENTAIRES

Parmi les études complémentaires à envisager, certaines seront destinées à préciser certains chiffres, ou à étayer certaines hypothèses particulièrement importantes, d'autres permettront de faire intervenir certains éléments provisoirement laissés de côté. On va examiner successivement ces deux groupes d'études.

A - ETUDES DESTINEES A AMELIORER L'INFORMATION NECESSAIRE.

Leur énumération est importante, car on rencontrera la nécessité de ce type d'études à l'occasion de l'examen de n'importe quelle relation.

1) - Structure du trafic actuel.

Les caractéristiques des différents transports à assurer intervenant de façon primordiale dans la comparaison des charges occasionnées à la collectivité suivant le mode d'acheminement, il serait fondamental d'avoir une bonne connaissance de la structure du trafic actuel. En particulier, il serait très utile de connaître de façon plus précise :

- la ventilation du trafic total par tranche de distance.
- la ventilation du trafic entre quelques grandes catégories selon les modalités du transport (en vrac, marchandises emballées, denrées périssables, etc.).
- le degré de déséquilibre du trafic par tronçon de l'itinéraire.
- la ventilation du trafic selon la position de l'expéditeur et du destinataire par rapport aux réseaux ferré et fluvial (existence d'un embranchement ferré, d'un port particulier, distance à la gare ou au port le plus proche).

2) - Perspectives d'évolution du trafic.

Etant donné l'importance du rythme d'évolution du trafic pour la détermination de la date de réalisation des investissements, il est important d'améliorer les prévisions d'évolution du trafic, prévisions qui doivent s'étendre au moins sur une quinzaine d'années.

De telles prévisions ne peuvent être faites que dans le cadre de perspectives d'évolution à long terme de l'économie nationale, et il va de soi que la Commission ne peut élaborer ces perspectives économiques, mais qu'elle est, dans ce domaine, tributaire des organismes chargés des prévisions à long terme.

Il faut également souligner que les prévisions de trafic devraient être précisées pour chacun des grands tronçons de l'itinéraire, ce qui suppose qu'on dispose de perspectives économiques à l'échelon régional.

3) - Charges terminales.

Pour les calculs précédents, on a utilisé des estimations des charges terminales qui résultent de l'analyse d'un petit nombre de cas-types et sont, par suite, sujettes à une assez forte incertitude. Etant donné la grande importance que prennent, dans de nombreux cas, ces charges terminales, si on veut préciser l'ampleur du transfert souhaitable, il serait indispensable d'améliorer cette connaissance par des enquêtes assez larges.

E - ETUDES DESTINEES A COMPLETER LE CHAMP DE L'ETUDE.

1) - Trafic et équipement des voies de transport de l'Est.

L'examen du trafic actuel révèle que, en particulier pour le rail, le trafic en "transit" sur la relation PARIS-MARSEILLE est très important. D'autre part, on a vu que l'étude de l'équipement du Rhône ne peut être menée que si on connaît le trafic escomptable en provenance des voies de l'Est, soit trafic français, soit trafic international. (acheminement vers Marseille de marchandises en provenance de l'Est de la France ; de la Suisse, de l'Allemagne et à destination du Proche ou de l'Extrême-Orient et qui s'embarquent actuellement à Anvers ou Rotterdam après descente du Rhin).

Ce trafic de transit dépendra dans une importante mesure des aménagements apportés aux liaisons entre le noeud Dijon - St-Jean de Losne et de la région de Nancy, Metz, Thionville d'autre part, la région de Bâle, Mulhouse, Strasbourg d'autre part ; ces aménagements éventuels porteraient en particulier sur :

- l'électrification de Dijon-Beufchateau (sur la ligne Dijon-Thionville)
- l'électrification de Dôle-Mulhouse (sur la ligne Dijon-Strasbourg)
- l'élargissement et l'approfondissement du canal de l'Est (branche sud)
- l'élargissement et l'approfondissement du canal du Rhône au Rhin
- l'amélioration des liaisons routières Dijon-Belfort et Dijon-Thionville

2) - Problèmes d'expansion régionale.

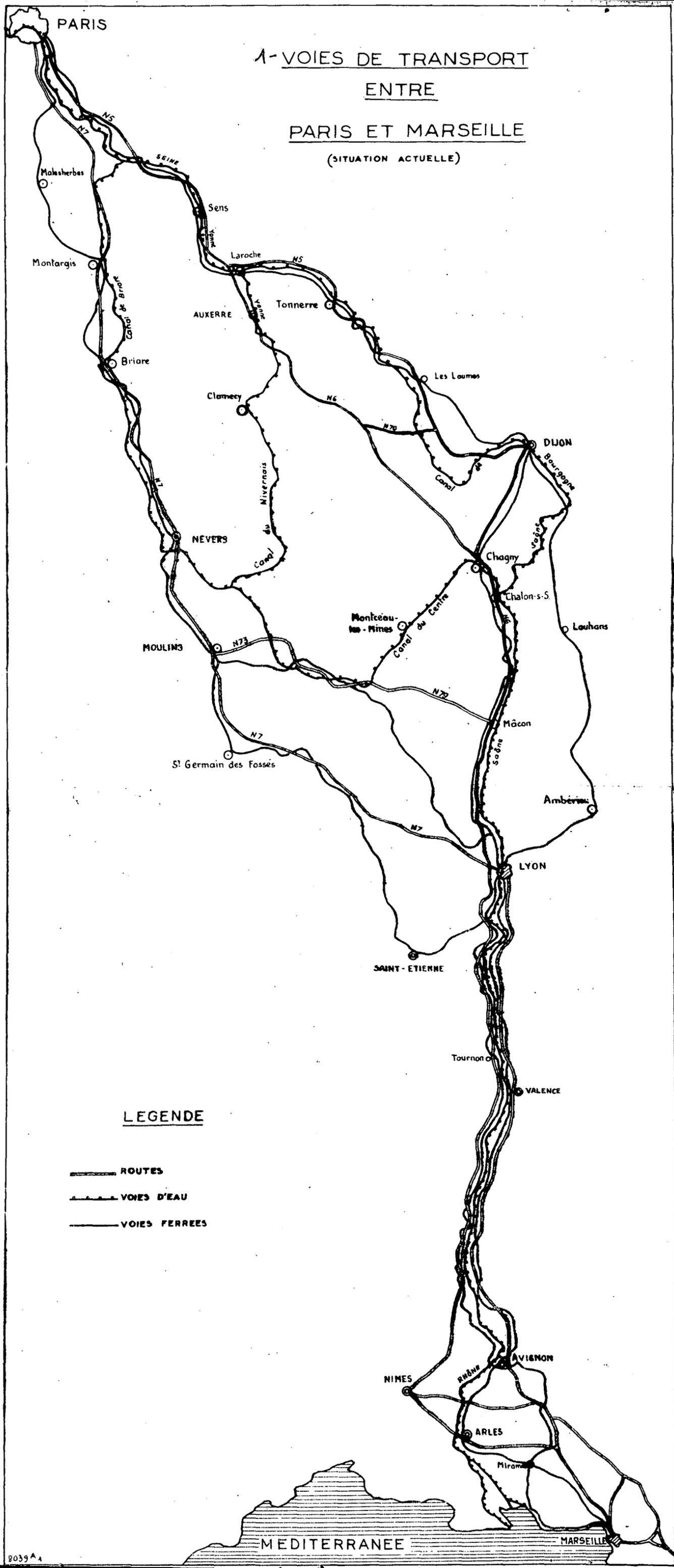
Dans tout ce qui précède, on a considéré le trafic comme indépendant des conditions de transport.

Il y aurait lieu d'examiner dans quelle mesure l'amélioration des conditions de transport est susceptible de favoriser l'expansion régionale, quel bénéfice on peut attendre de cette expansion et quel coût on peut lui consentir.

3) - Problèmes de concentration urbaine.

L'amélioration des dégagements des villes et des liaisons de grande ville à grande ville ne peut être traitée sans référence à la politique plus large de déconcentration urbaine.

**A- VOIES DE TRANSPORT
ENTRE
PARIS ET MARSEILLE
(SITUATION ACTUELLE)**



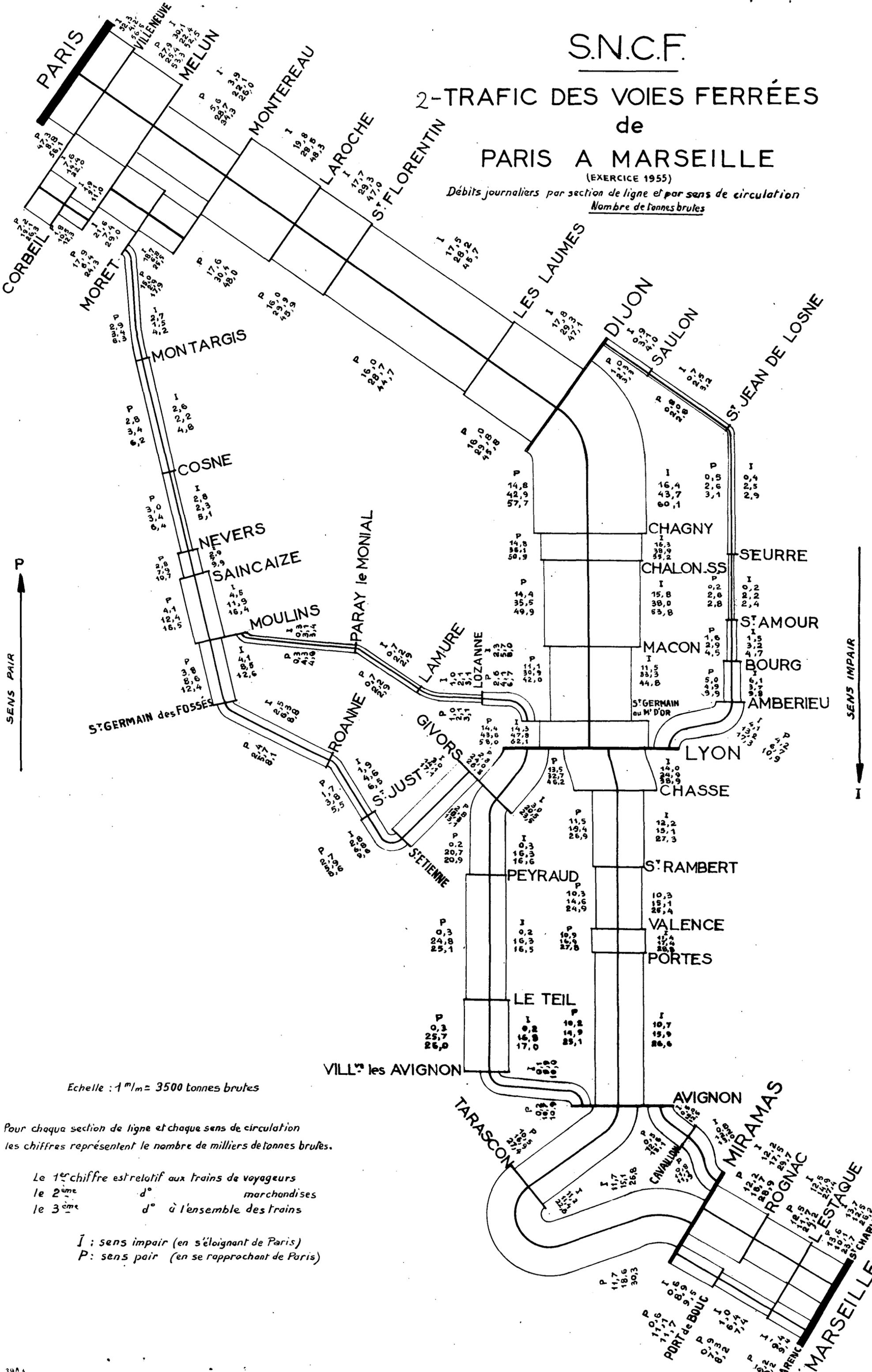
LEGENDE

-  ROUTES
-  VOIES D'EAU
-  VOIES FERREES

2-TRAFIC DES VOIES FERRÉES de PARIS A MARSEILLE

(EXERCICE 1955)

Débits journaliers par section de ligne et par sens de circulation
Nombre de tonnes brutes



SENS PAIR ↑

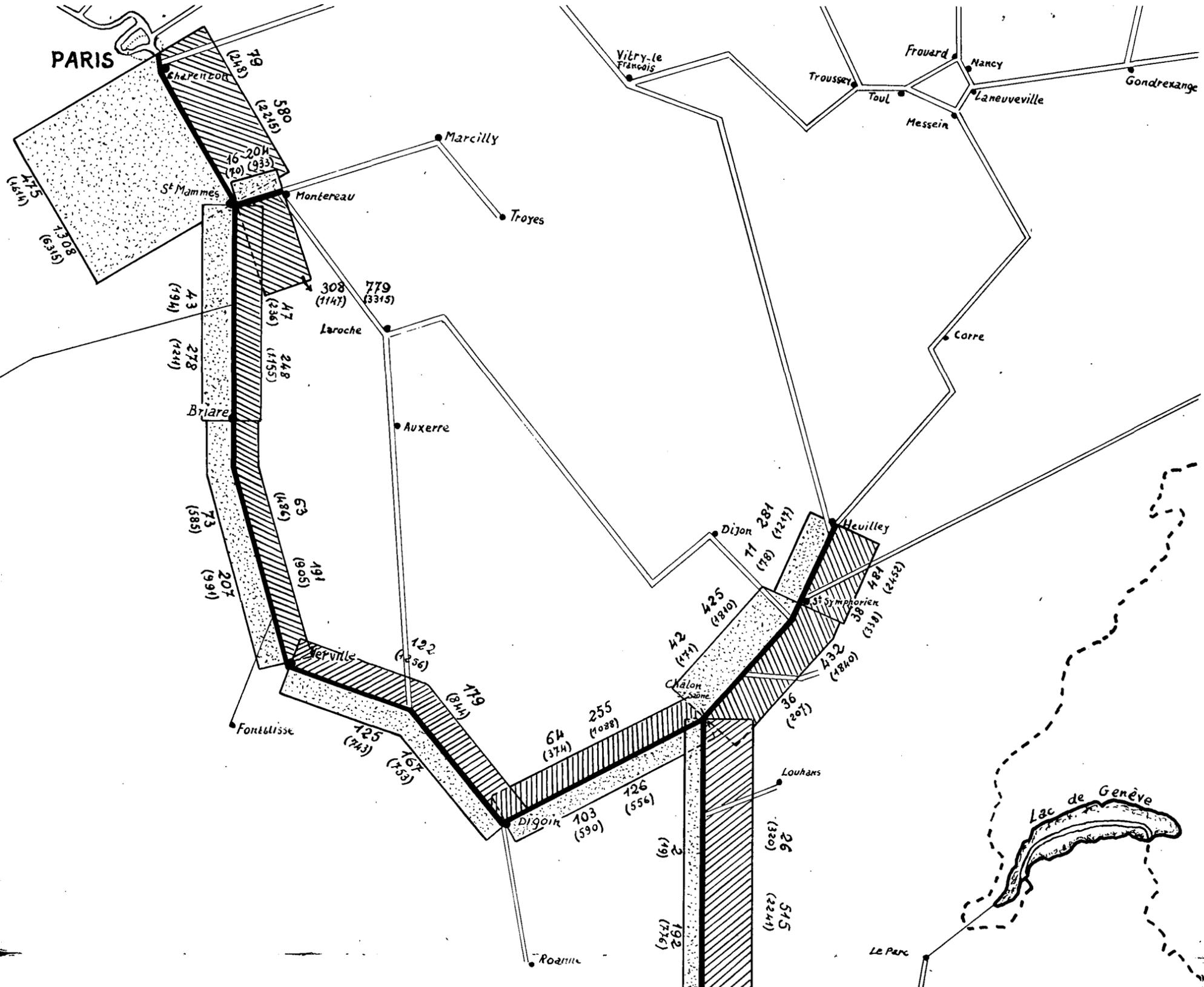
SENS IMPAIR ↓

Echelle : 1 ml = 3500 tonnes brutes

Pour chaque section de ligne et chaque sens de circulation les chiffres représentent le nombre de milliers de tonnes brutes.

- Le 1^{er} chiffre est relatif aux trains de voyageurs
- le 2^{ème} d° marchandises
- le 3^{ème} d° à l'ensemble des trains

I : sens impair (en s'éloignant de Paris)
P : sens pair (en se rapprochant de Paris)



RÉSEAU PARIS-MARSEILLE.

(Itinéraire par le Bourbonnais)

ANNÉE 1955.

3-TRAFIC PAR SECTIONS.

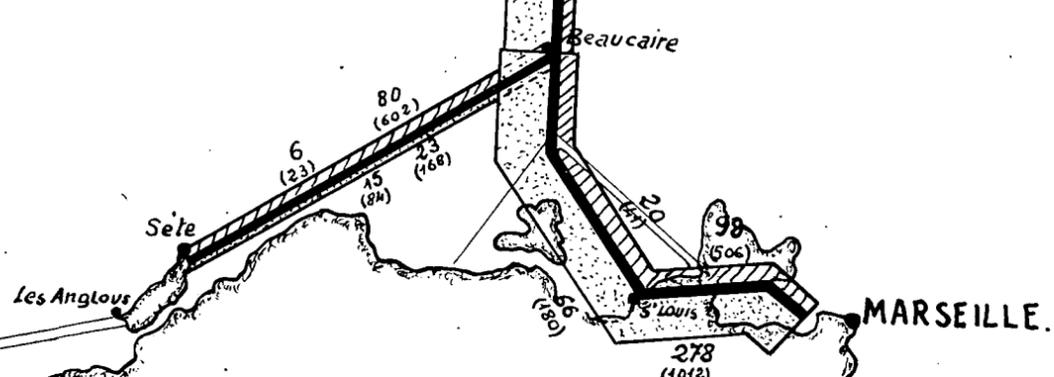
Echelle $\frac{1}{1.500.000}$

Légende.

- Descente ou sens PARIS-MARSEILLE 
- Remonte ou sens MARSEILLE-PARIS 

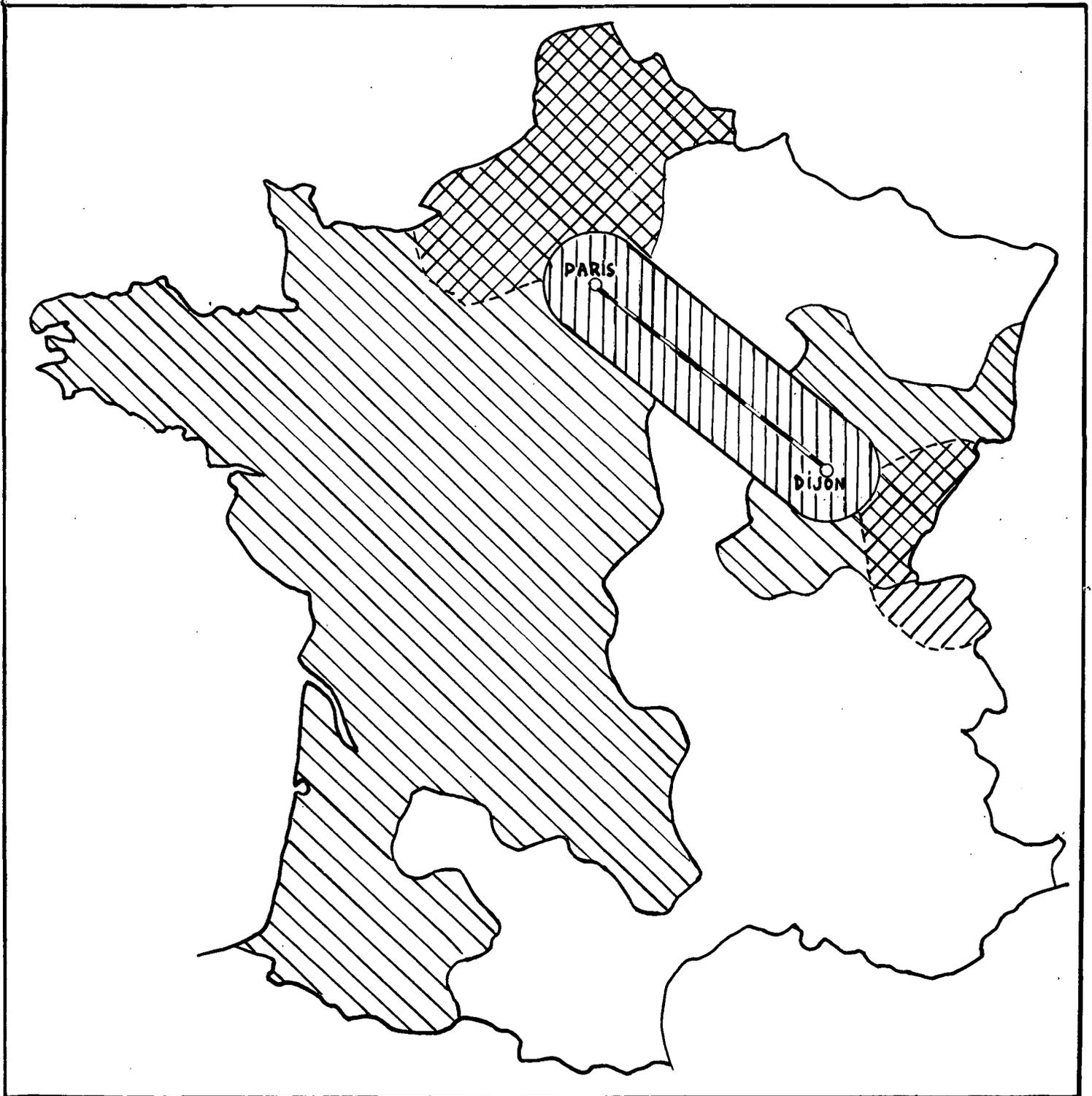
Sur chaque section:

- Le premier nombre en gros caractère indique, en milliers, les tonnes transportées à distance entière par les bâteaux hâlés;
- le deuxième nombre, par les automoteurs.
- Le troisième nombre, entre parenthèses, indique les voyages effectués à distance entière par les bâteaux hâlés;
- le quatrième nombre, entre parenthèses, par les automoteurs.



Trafic ferroviaire et routier

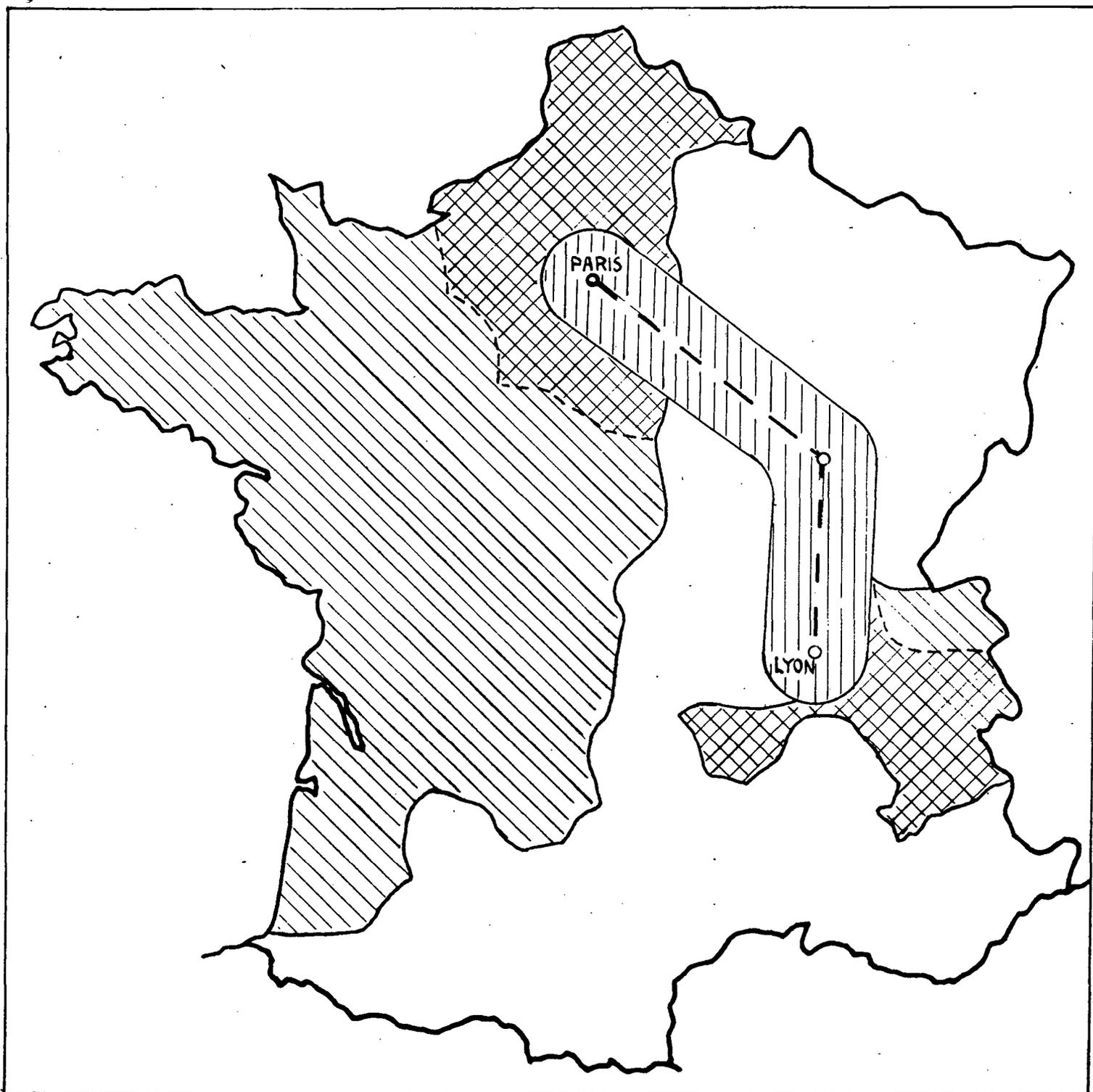
1 Zones d'échange entre PARIS et DIJON

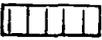
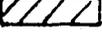


-  Zone de trafic local
-  Zones d'échange de trafic ferroviaire
-  " " " " routier

Trafic ferroviaire et routier

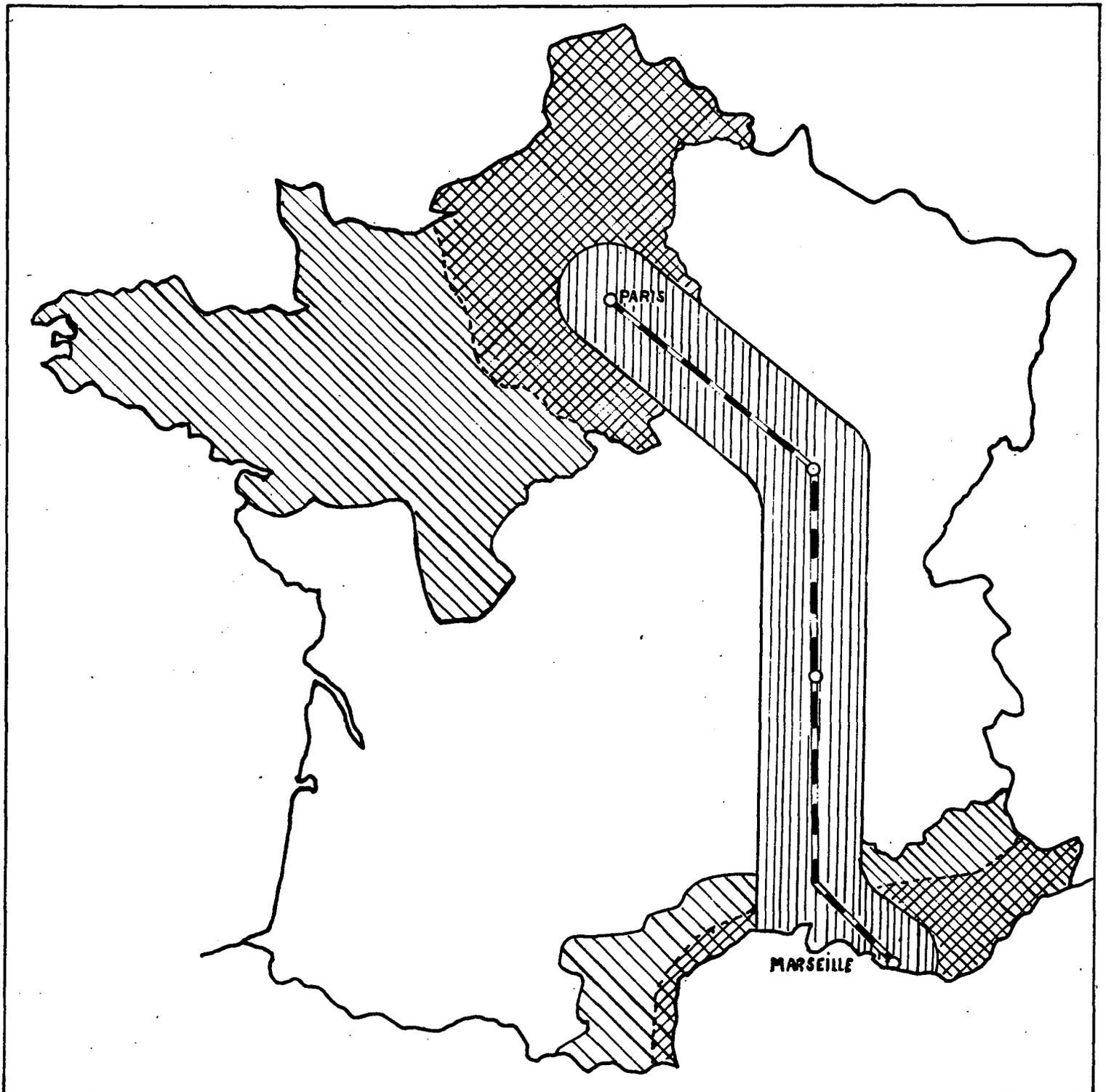
2. Zones d'échange entre PARIS et LYON



-  Zone de trafic local
-  Zones d'échange de trafic ferroviaire
-  " " " " routier

Trafic ferroviaire et routier

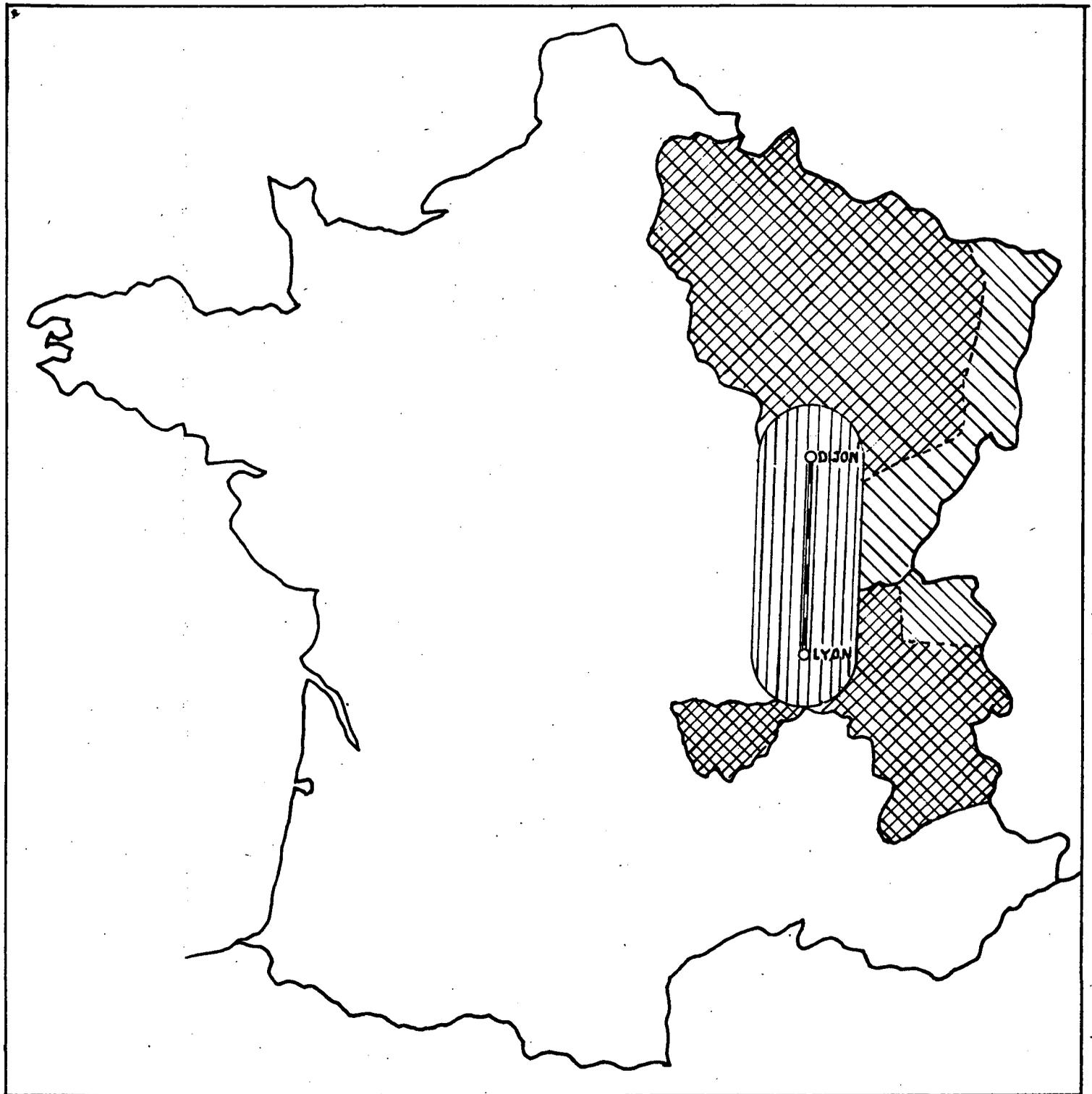
3. Zones d'échange entre PARIS et MARSEILLE



-  Zone de trafic local
-  Zones d'échange de trafic ferroviaire
-  " " " " routier

Trafic ferroviaire et routier

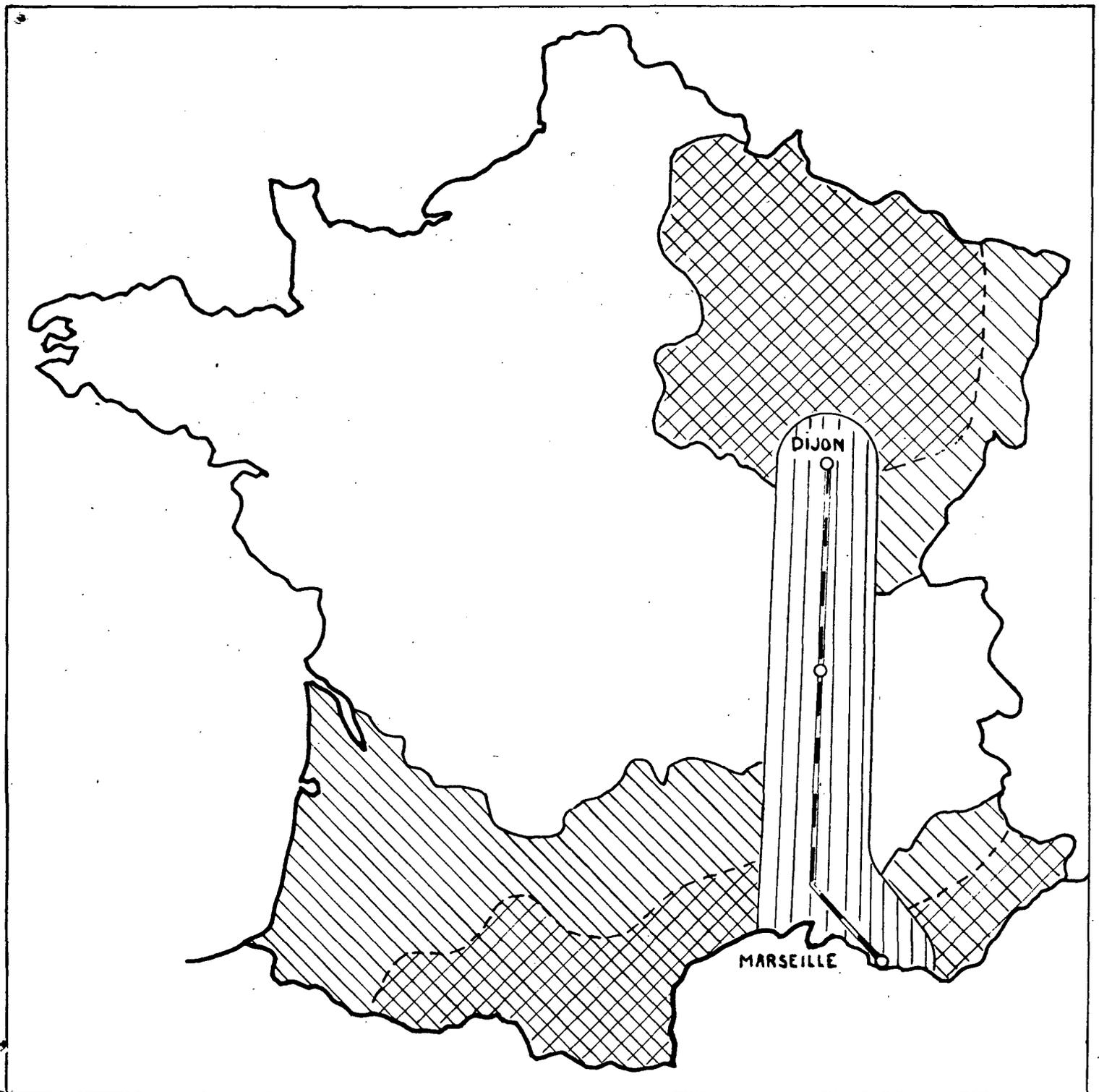
4. Zones d'échange entre DIJON et LYON



-  Zone de trafic local
-  Zones d'échange de trafic ferroviaire
-  " " " " routier

Trafic ferroviaire et routier

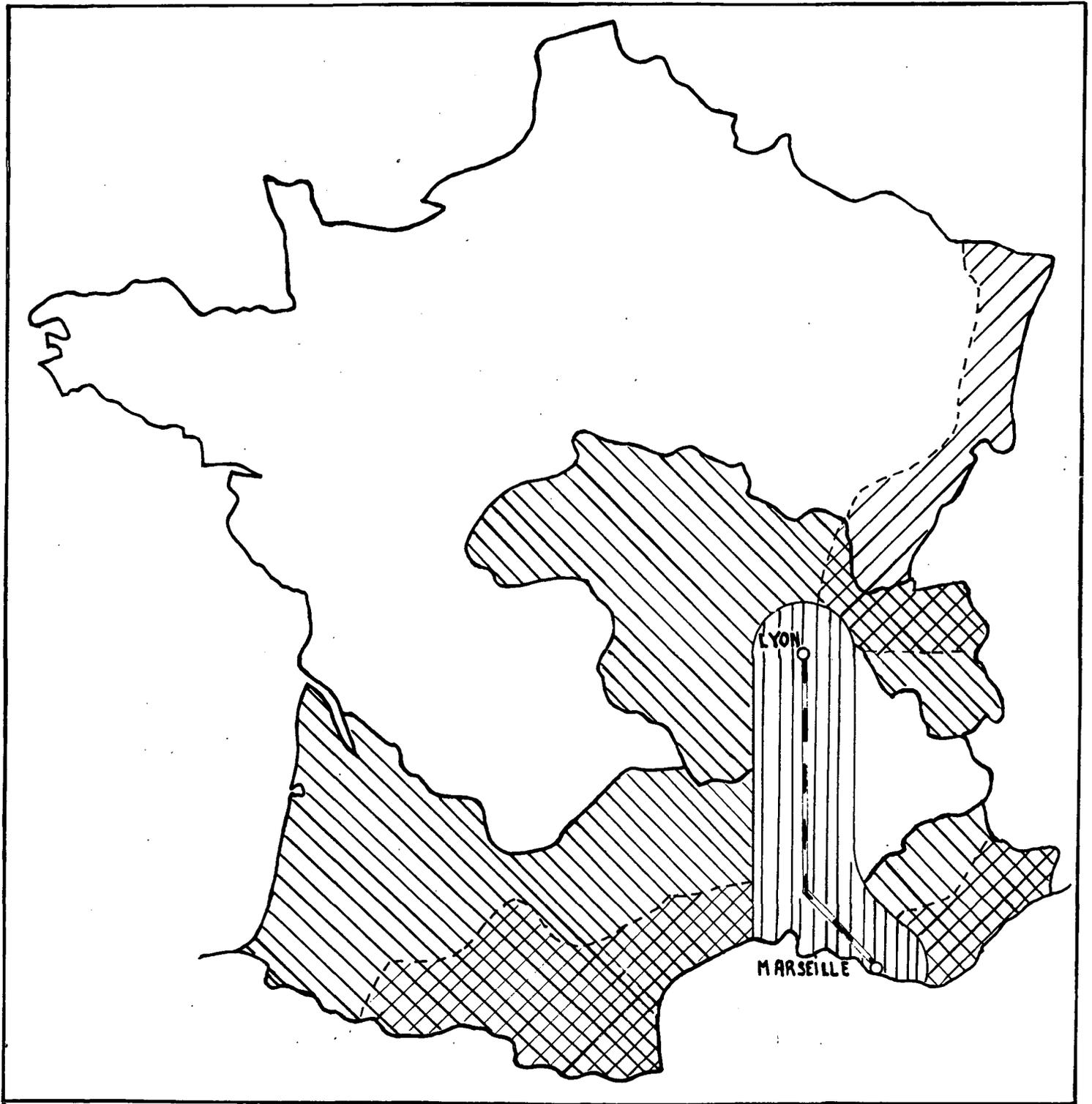
5. Zones d'échange entre DIJON et MARSEILLE



-  Zone de trafic local
-  Zones d'échange de trafic ferroviaire
-  " " " " routier

Trafic ferroviaire et routier

6. Zones d'échange entre LYON et MARSEILLE



-  Zone de trafic local
-  Zones d'échange de trafic ferroviaire
-  " " " " routier