



46 rue Troyon, 92310 SÈVRES, tél. 027.54.40/41/42
R.C. Seine 69 C 45 N° Sirène 785.451.683.00011
N° Téléx : IFTIM 204 846

ETUDE DU TRANSPORT COMBINÉ
SUR L'AXE LYON MARSEILLE

ETUDE QUANTITATIVE DES TRAFICS POTENTIELS

161³ 153/78
RC/GD.
Octobre 1979

Ministère des Transports
S.A.E.
55,57 rue Brillat Savarin
750013 PARIS



S O M M A I R E

| | Page |
|---|------|
| INTRODUCTION | 1 |
| CHAPITRE I - METHODOLOGIE | 3 |
| CHAPITRE II - LES TRAFICS TECHNIQUEMENT SUSCEPTIBLES D'UN TRANSPORT COMBINE RAIL-ROUTE | 6 |
| CHAPITRE III - LE PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT FERROVIAIRE | 14 |
| CHAPITRE IV - LE PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT ROUTIER | 19 |
| CHAPITRE V - LE PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT COMBINE | 27 |
| CHAPITRE VI - ANALYSE GENERALE DES PHASES DE CALCUL | 35 |
| CHAPITRE VII - RESULTATS | 37 |
| CHAPITRE VIII - SENSIBILITE DES RESULTATS AUX VARIATIONS DES PARAMETRES | 43 |
| CHAPITRE IX - CONCLUSION | 45 |
| ANNEXES 1 - 2 - 3 - 4 | 48 |

INTRODUCTION

Le Ministère des Transports (service d'Analyse Economique) a demandé au CERLIC une étude des possibilités du transport combiné fer-route des marchandises sur l'axe Lyon-Marseille, avec pour objectifs :

- . d'évaluer globalement la part des trafics empruntant l'axe Lyon-Marseille qui serait susceptible d'être transférée sur les transports combinés, en offrant un bilan économique positif pour la collectivité ;
- . de diagnostiquer les raisons qui peuvent expliquer le partage modal actuel et les paramètres sur lesquels il serait possible d'agir pour orienter le partage modal dans un sens plus favorable au transport combiné et à l'intérêt général ;
- . d'en déduire, pour les pouvoirs publics et pour la SNCF, un certain nombre d'orientations des politiques d'exploitation et d'investissement.

Cette étude s'inscrit dans le cadre plus vaste d'une recherche de rationalisation des choix budgétaires sur les investissements de transports de l'axe Lyon-Marseille. Le comité directeur de cette recherche, menée conjointement par le Ministère des Transports (SAE) et par le Ministère de l'Economie (Direction de la Prévision), a décidé en effet d'orienter la partie relative au transport des marchandises vers une étude sur le développement éventuel du transport combiné et sur ses coûts et avantages pour la collectivité. Cette orientation présente un double intérêt car, outre son application au cas concret des investissements de transport sur l'axe Lyon-Marseille, elle doit permettre d'analyser, et si possible de mesurer, sur ce cas particulier, les avantages économiques du transport combiné en général.

Une telle étude est particulièrement délicate parce que les comparaisons ne doivent pas être faites uniquement sur les prix payés par l'utilisateur, mais qu'il faut théoriquement faire intervenir d'une part le prix de revient réel du transport ferroviaire, qui n'est pratiquement jamais traduit exactement par le tarif, et d'autre part les coûts indirects pour la collectivité, tels que congestion des infrastructures de transport, accidents, nuisances, etc. L'analyse économique s'est toujours heurtée aux difficultés inhérentes à la détermination d'un prix de revient réel du transport ferroviaire ou à celles des coûts indirects du transport routier pour la collectivité.

La présente étude n'a pas la prétention d'apporter une réponse définitive et catégorique à tous ces problèmes qui n'ont pas encore été résolus de façon satisfaisante, et que certains considèrent d'ailleurs comme insolubles. Plus modestement, elle doit être considérée comme une simple contribution à l'analyse économique, sur un cas particulier, des potentialités du transport combiné.

o o
o

CHAPITRE I

METHODOLOGIE

Les trafics sur lesquels porte l'analyse sont ceux de la banque de données SITRAM de l'année 1976.

Ils sont décomposés :

- . par origine et destination (au niveau des départements),
- . par nature de produit (position NST),
- . par mode de transport (fer régime accéléré - fer régime ordinaire - transport public routier - transport routier pour compte propre),

et ils sont caractérisés par leur tonnage et tonnage-kilométrique annuel, ainsi que par leur tonnage moyen par expédition.

- 1.1 - Une première phase de l'analyse a consisté à isoler parmi tous ces trafics, sur des critères uniquement techniques, ceux qui sont a priori justiciables d'un transport combiné sur l'axe Lyon-Marseille. On a donc retenu uniquement les relations, département à département, dont les transports sont susceptibles d'emprunter la vallée du Rhône et on a appliqué à l'ensemble des trafics sur ces relations un certain nombre de critères simples permettant d'éliminer les flux dont les caractéristiques sont a priori incompatibles avec un transport combiné. Pour cela, on a considéré que le transport combiné ne pouvait être viable que sur des liaisons directes de centre à centre, ayant une capacité annuelle de trafic minimum, sur des distances supérieures à une certaine distance minimale et pour des produits transportables par route.

Dans une deuxième phase, on avait l'intention d'introduire un paramètre économique sous la forme d'une comparaison du prix de revient du transport de bout en bout selon qu'il est effectué par la route, par le fer ou par transport combiné. En fait, pour des raisons qui sont développées dans ce rapport, il s'est avéré impossible de définir, pour une liaison et un produit déterminés, le prix de revient réel du trajet par fer de bout en bout et on a été obligé de traiter à part, sur des critères uniquement techniques, le problème de la concurrence du transport ferroviaire et du transport combiné. La comparaison économique a donc été limitée à la concurrence entre le transport routier et le transport combiné pour lesquels on a établi des prix de revient standards en fonction des relations et de la nature des produits. Au départ, on a supposé qu'il pourrait y avoir un centre de transport combiné par département ; puis, par itérations successives, l'élimination, liaison par liaison, des trafics dont les prix de revient ne justifiaient pas le transport combiné, a permis d'aboutir finalement à une estimation du volume des trafics qui, globalement et en moyenne, pouvaient être justifiables techniquement et économiquement, des transports combinés.

- 1.2 - En parallèle avec cette étude quantitative, on a étudié par ailleurs, sur des exemples concrets, un échantillon d'une quinzaine de flux sélectionnés pour lesquels on a recherché des responsables (producteurs, transporteurs, commissionnaires de transport, etc.) qui ont participé à la décision du choix modal, afin de les interviewer et de connaître leurs points de vue sur les avantages et inconvénients du transport par route, du transport par fer et du transport combiné, dans chaque cas particulier de trafic étudié.

Cette enquête, qui fera l'objet d'un rapport distinct, avait principalement pour objet de déterminer les paramètres sur lesquels il faudrait agir pour améliorer la part du transport combiné, de mesurer approximativement la valeur économique que les chargeurs ou transporteurs affectent à certains éléments qualitatifs (délais, horaires, fiabilité, sécurité, etc.), et plus généralement d'apporter tous compléments d'informations utiles pour pouvoir tirer des conclusions réalistes des résultats chiffrés de l'étude quantitative.

- 1.3 - En ce qui concerne les coûts et avantages indirects pour la collectivité, leur estimation devait être fournie par l'Administration. Mais, pour ne pas prendre parti dans des controverses qui auraient dépassé les objectifs de la présente étude, il a paru préférable d'introduire globalement ces coûts et avantages dans les calculs sous la forme de surcoûts forfaitaires affectables à certains éléments des coûts de transport. Plus précisément, il a été décidé, en accord avec le SAE, qu'on testerait plusieurs variantes de ces surcoûts afin de mettre en évidence la sensibilité des résultats au choix de ces paramètres et de laisser à chacun le soin de choisir la variante dont les valeurs lui semblent les plus appropriées.
- 1.4 - L'étude quantitative, qui fait l'objet du présent rapport, a été menée en liaison très étroite avec la SNCF (Direction des Etudes Générales et de la Recherche) qui a fourni notamment les données nécessaires pour le calcul du prix de revient de la partie ferroviaire des transports combinés et qui a assuré l'exécution des travaux informatiques.

Par ailleurs, l'étude a été pilotée par un groupe de travail réunissant, à côté du SAE, maître d'ouvrage, des représentants de la Direction de la Prévision, de la Direction des Transports Terrestres et de la SNCF.

o o
o

CHAPITRE II

LES TRAFICS TECHNIQUEMENT SUSCEPTIBLES D'UN TRANSPORT COMBINÉ RAIL-ROUTE

2.1 - Les données de la banque SITRAM qui ont été fournies par l'Administration sont uniquement celles correspondant au trafic ferroviaire par lotissement (régime ordinaire et régime accéléré) et aux transports routiers privés et publics.

Cela exclut essentiellement les trafics des voies navigables, des conduites et des trains complets. On a considéré que tous ces trafics n'étaient pas susceptibles d'un report sur le transport combiné rail-route.

Les données recueillies sont limitées au trafic intérieur français, à l'exclusion du trafic international et du trafic de transit.

En ce qui concerne le trafic international, il faut distinguer le trafic maritime et le trafic terrestre. Les parcours terrestres du trafic maritime conteneurisé constituent un créneau important et en développement rapide, mais il est rare que les conteneurs en provenance ou à destination d'un port soient transportés successivement par le rail et par la route ; en général, ils sont transportés par le rail ou par la route, à partir de leur origine ou jusqu'à leur destination finale. Le problème n'est donc plus un problème de transport combiné terrestre, mais un problème de concurrence rail-route pour le transport des conteneurs en provenance ou à destination des ports ; quel que soit son intérêt propre, ce problème peut être dissocié de la présente étude.

En ce qui concerne le trafic international terrestre ou le trafic terrestre de transit, les données disponibles sur les origines et destinations ne sont pas suffisantes pour qu'ils puissent être traités ; en outre, le transport combiné international se heurte à des problèmes spécifiques qui ne sont pas du ressort de cette étude.

L'étude a donc été limitée volontairement au trafic intérieur français.

2.2 - La limitation du domaine de l'étude aux trafics empruntant l'axe de la vallée du Rhône a conduit à découper la France en deux zones : une zone Nord et une zone Sud, telles que leurs échanges donnent lieu à des trafics passant par la vallée du Rhône.

Sur proposition de la SNCF, on a retenu ainsi une zone Nord comprenant 40 départements :

01 - 02 - 03 - 08 - 10 - 14 - 21 - 25 - 27 - 28 - 39 - 42 - 45 - 51 - 52 -
54 - 55 - 57 - 58 - 59 - 60 - 62 - 67 - 68 - 69 - 70 - 71 - 75 - 76 - 77 -
78 - 80 - 88 - 89 - 90 - 91 - 92 - 93 - 94 - 95 -

et une zone Sud comprenant 9 départements :

04 - 06 - 11 - 13 - 30 - 34 - 66 - 83 - 84.

En outre, aux échanges entre ces deux zones, il convient d'ajouter le trafic entre les deux zones suivantes :

. Une zone Nord-Ouest (limitrophe de la zone Nord précédente) comprenant 5 départements :

18 - 41 - 50 - 61 - 72.

. Une zone Sud-Est (incluse dans la zone Sud précédente) comprenant 5 départements :

04 - 06 - 13 - 83 - 84.

On a considéré en effet que, pour les départements de la zone Nord-Ouest, les échanges avec la zone Sud se faisaient par des itinéraires du Sud-Ouest (Bordeaux et Toulouse) pour les relations avec la région Languedoc-Roussillon, et de ce fait devaient être exclus du trafic empruntant l'axe "vallée du Rhône". Par contre, on a considéré que les échanges entre cette zone Nord-Ouest et la région Provence Côte d'Azur utilisaient un itinéraire empruntant cet axe.

La carte ci-jointe visualise ce découpage.

On notera :

- . que les départements 42 (Loire) et 03 (Allier) ont été inclus dans la zone Nord parce que leurs liaisons avec la zone Sud sont plus commodes par la vallée du Rhône que par les itinéraires traversant le Massif Central ;
- . que les départements 07 (Ardèche), 26 (Drôme), 38 (Isère), 73 (Savoie), 74 (Haute-Savoie) ont été exclus parce que leurs trafic n'empruntent que très partiellement la vallée du Rhône ;
- . que le trafic du département de la Corse (20) a été additionné à celui des Bouches du Rhône (13), l'essentiel de ce trafic se faisant par Marseille ; la part de ce trafic de marchandises qui se fait par Nice est faible et constituée essentiellement par du ciment en provenance d'usines locales.

Le fichier initial SITRAM 1976 "vallée du Rhône" ainsi constitué représente :

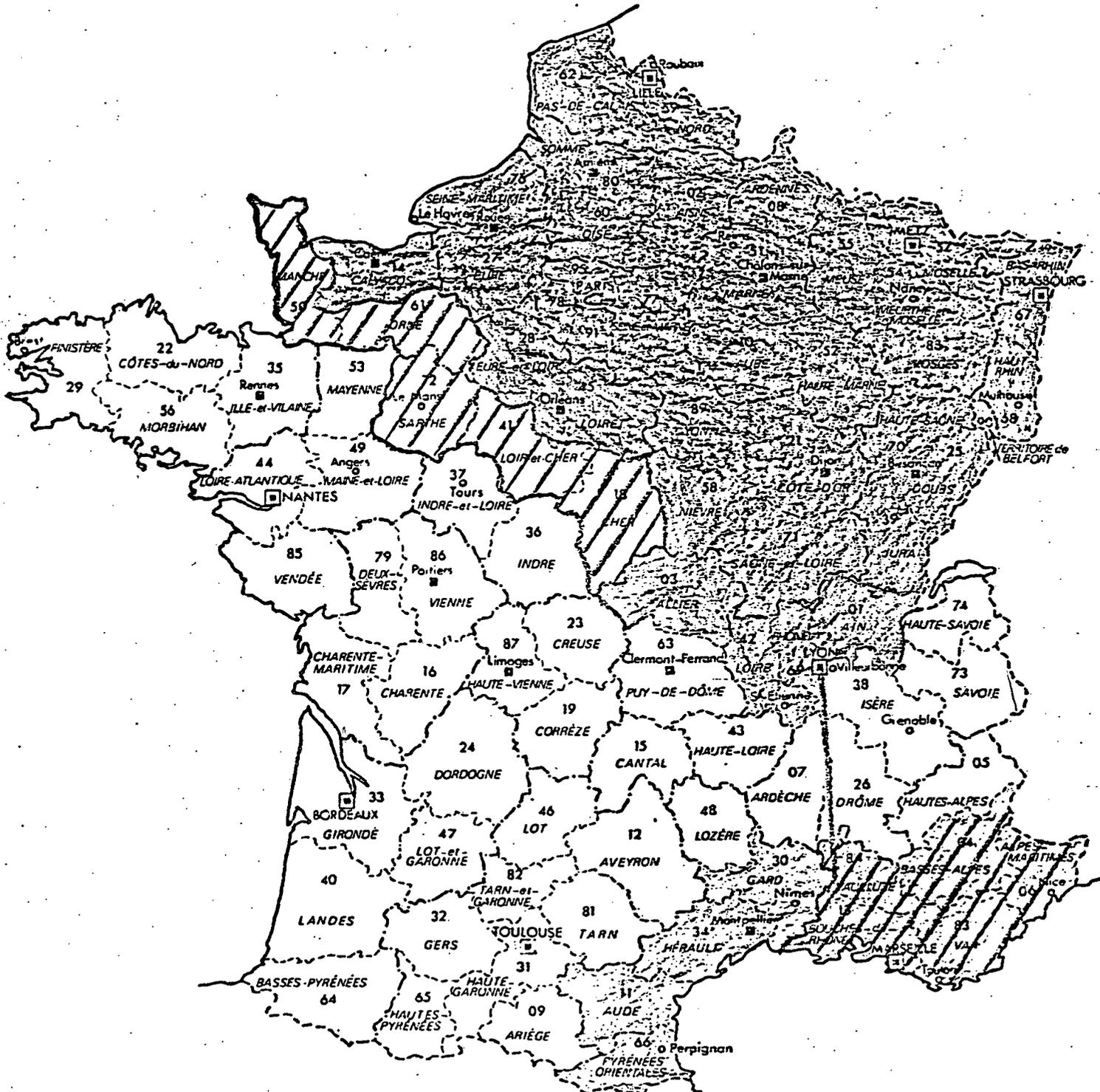
- . 163 positions NST (sur 176) ;
- . 700 relations département à département (sur 770) en distinguant, pour chaque couple de départements, la relation Nord-Sud et la relation Sud-Nord.

Le tonnage total de ces trafics se décompose comme suit, en millions de tonnes :

| ROUTE TRANSPORT PRIVE | ROUTE TRANSPORT PUBLIC | FER R.A. | FER R.O. | T O T A L |
|-----------------------------|------------------------------|-------------|-------------|-----------|
| 3,9 | 8,6 | 2,0 | 3,8 | 18,3 |

FRANCE ADMINISTRATIVE

CIRCONSCRIPTIONS D'ACTION RÉGIONALE - DÉPARTEMENTS



LÉGENDE

- ▣ Métropoles d'équilibre
- Préfectures de circonscriptions d'action régionale
- Autres villes de plus de 100 000 h
- Limites de circonscriptions d'action régionale
- Limites de départements

Source : Recensement de 1968.

Echelle : 1 / 5 000 000

RÉGION PARISIENNE

75 PARIS
 92 HAUTS-DE-SEINE
 93 SEINE-SAINTE-DENIS
 94 VAL-DE-MARNE

20 CORSE

2.3 - Les statistiques de transport routier ne sont pas fiables pour les courtes distances, et d'autre part il est bien connu que le transport combiné ne peut pas être concurrentiel en deçà d'une certaine distance minimum.

Sans vouloir préjuger cette distance minimum, que l'étude économique a justement pour objet de préciser, il a été décidé d'éliminer, a priori, tous les trafics dont la distance est inférieure à 300 km ; cette limite a été choisie volontairement basse.

Après l'élimination de ces trafics, le fichier ne concerne plus que :

. 156 positions NST ;

. 412 relations département à département ;

et le tonnage des trafics restants se décompose comme suit, en millions de tonnes :

| ROUTE TRANSPORT PRIVE | ROUTE TRANSPORT PUBLIC | FER R.A | FER R.O | T O T A L |
|-----------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|
| 2,1 | 5,8 | 1,8 | 2,9 | 12,6 |

2.4 - Pour éliminer les produits qui, techniquement, ne sont pas justiciables du transport combiné, on a considéré que ces produits ne pouvaient donner lieu qu'à des trafics routiers négligeables et qu'a contrario un produit qui peut être couramment transporté dans une caisse de semi-remorque peut l'être également dans un conteneur ou une caisse mobile.

On a donc décidé d'éliminer du fichier précédent tous les produits des catégories NST dont le tonnage transporté par route ne représente pas au moins 5 % du tonnage total transporté.

Ce critère de tri n'a pas eu tous les effets attendus ; il n'a conduit à éliminer que 0,7 Mt du trafic R.A. et 0,3 Mt du trafic R.O.

| ROUTE TRANSPORT PRIVE | ROUTE TRANSPORT PUBLIC | FER R.A | FER R.O | T O T A L |
|-----------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|
| 2,1 | 5,8 | 1,2 | 2,7 | 11,8 |

L'essentiel des produits éliminés concerne :

- . le trafic NOVATRANS (0,5 Mt), c'est-à-dire le transport combiné des semi-remorques. Ce trafic doit effectivement être traité à part, mais il faudra le réincorporer ensuite dans le trafic potentiel du transport combiné ;
- . les produits impossibles à classer (0,15 Mt).

Les autres trafics éliminés sont très modestes, le tabac (14 000 t) et les conserves de légumes (10 000 t) ont, semble-t-il, des rapports privilégiés avec le transport ferroviaire.

Inversement, un examen systématique de la liste des produits NST retenus après ce tri a permis d'identifier un certain nombre de cas douteux, qu'il a paru préférable d'éliminer ; ce sont :

| | |
|-----------------------------------|---------|
| . les animaux vivants | NST 001 |
| . les bois en grumes | NST 055 |
| . la houille | NST 211 |
| . le pétrole brut | NST 310 |
| . l'essence de pétrole | NST 321 |
| . le fuel-oil lourd | NST 327 |
| . les bitumes | NST 343 |
| . les demi-produits sidérurgiques | NST 522 |
| . les sables et grains | NST 612 |
| . l'argile | NST 614 |
| . le sel | NST 621 |
| . le soufre | NST 623 |
| . les pierres concassées | NST 631 |
| . les pierres taillées | NST 632 |
| . la craie | NST 634 |
| . la soude caustique | NST 812 |
| . l'aluminium | NST 820 |
| . le verre | NST 951 |

Dans la plupart des cas, ces produits avaient échappé au critère de tri 5 % route parce qu'ils font l'objet de transports de masse et qu'ils ne sont transportés par les régimes de lotissement ferroviaire qu'aussi rarement que par la route. Au total, ils ne représentent que 220 000 t.

Deux autres cas particuliers méritent une attention particulière :

- . les vins et moûts de raisin (NST 121) représentent des tonnages non négligeables : 370 000 t par la route et 200 000 t par le fer lotissement. Mais ces produits sont transportés essentiellement en citernes. Après discussion, on a admis finalement qu'on ne pouvait pas exclure le développement éventuel du transport combiné en citernes (ils existe déjà des conteneurs-citernes en transport maritime), et on a maintenu cette catégorie NST ;
- . les véhicules et matériels de transport (NST 910) et les tracteurs et matériels agricoles (NST 920) ne peuvent pas faire l'objet de transport combiné ; ils sont transportés exclusivement sur des véhicules routiers ou ferroviaires spéciaux. Mais les rubriques NST correspondantes englobent également les pièces détachées, qui sont au contraire parfaitement conteneurisables .

Comme il a été impossible de dissocier le trafic des pièces détachées sur une relation déterminée, il a paru finalement préférable d'éliminer ces deux rubriques ; le biais ainsi introduit correspond à une sous-estimation du transport combiné potentiel.

2.5 - Le développement d'un transport combiné sur une relation département à département exige un minimum de tonnage ; partant du principe qu'il faudrait assurer au minimum une relation journalière avec une rame de 320 tonnes brutes, on a estimé que le trafic potentiel d'une relation déterminée, deux sens confondus, devait atteindre au moins 50 000 t/an et on a éliminé toutes les relations pour lesquelles le trafic potentiel (fer + route) n'atteignait pas ce chiffre.

D'autre part, pour les raisons explicitées au chapitre III et contrairement à ce qui avait été prévu initialement, on a été conduit à éliminer totalement le trafic R.O du trafic techniquement transférable et à ne conserver comme trafic R.A que le trafic de gare à gare.

Cela a conduit à réduire le fichier à :

- . 99 positions NST (non compris le trafic Novatrans NST 990) ;
- . 63 relations département à département ;

et le tonnage des trafics restants se décompose comme suit, en millions de tonnes :

| ROUTE TRANSPORT PRIVE | ROUTE TRANSPORT PUBLIC | FER R.A. | NOVATRANS | T O T A L |
|-----------------------------|------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| 1,16 | 3,57 | 0,21 | 0,47 | 5,41 |

L'ensemble de ce fichier constitue le trafic 1976 techniquement justifiable d'un transport combiné sur l'axe "vallée du Rhône".

Les listings de ce fichier donnent :

- . par relation département à département (en distinguant les deux sens),
- . par position NST,
- . par mode de transport (route privée, route publique, fer RA, fer RO),

les caractéristiques des trafics 1976, c'est-à-dire :

- . les tonnages transportés,
- . le nombre d'expéditions,
- . la taille moyenne des expéditions,
- . la distance moyenne du transport.

Un certain nombre de regroupements et de récapitulatifs permettent de connaître :

- . les trafics par position NST, toutes relations confondues,
- . les trafics par relation, toutes positions NST confondues,
- . les trafics par mode de transport,
- . les déséquilibres des sens NS et SN sur chaque relation.

On trouvera en annexes 1 et 2 la liste des relations et des produits NST retenus et en annexe 3 le tableau des trafics techniquement transférables, relation par relation.

2.6 - L'exploitation du fichier SITRAM a soulevé quelques problèmes concernant la validité des données du trafic routier.

Il convient de rappeler d'abord que ces données sont issues d'un recensement au 1/300° et que, par conséquent, un trafic de 15 000 t d'un produit déterminé sur une relation déterminée peut ne correspondre qu'à deux informations élémentaires.

En outre, l'examen du fichier a mis en évidence un certain nombre d'erreurs imputables à un manque de contrôle lors de l'introduction des données. Les erreurs constatées correspondent à :

- . 9 % des informations (une position NST par mode et par relation),
- . 6 % des tonnages,
- . 7 % des expéditions.

L'attention de l'Administration a été attirée sur ce problème, qui était déjà connu. En principe, les tris qui ont été opérés permettent de penser que le fichier final obtenu est plus fiable, mais sans doute sous-estimé par défaut en ce qui concerne le transport routier.

o o
o

CHAPITRE III

LE PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT FERROVIAIRE

A l'origine de l'étude, il avait été prévu que les avantages économiques du transport combiné seraient mesurés non seulement par rapport au transport routier, mais également par rapport au transport ferroviaire.

En fait, il n'est pas possible de comparer sur une liaison déterminée le prix de revient du transport combiné par rapport à celui du transport ferroviaire pour les raisons qui sont explicitées dans ce chapitre.

3.1 - Cas du régime accéléré

3.1.1 - Le transport ferroviaire en régime accéléré est celui qui peut se comparer le mieux au transport routier et au transport combiné sur le plan de la qualité de service. Cette qualité n'est cependant pas rigoureusement la même, et elle est plutôt inférieure parce que les délais de route sont plus longs et aussi parce qu'ils ne sont pas aussi fiables.

Mais ceci mis à part, la S.N.C.F. a fait valoir (lettre du 25 janvier 1979 de la Direction des Etudes Générales et de la Recherche) que le calcul économique des avantages pour la collectivité du report des trafics R.A. vers un système de transport combiné par trains blocs se heurtait à des difficultés insurmontables.

3.1.2 - On peut calculer le coût d'un transport routier ou le coût d'un transport ferroviaire en train bloc sur une relation déterminée AB parce que tous les éléments de ces coûts dépendent exclusivement des caractéristiques de cette relation (distance, profil, type de matériel, volume de trafic, etc.)

Par contre le coût d'acheminement R.A. dépend non seulement des caractéristiques de la relation, mais aussi de celles de nombreuses autres relations avec le trafic desquelles celui de la relation AB parcourra des étapes successives intertriages. Compte tenu des regroupements et dégroupements successifs, l'établissement d'un coût de transport réel sur la relation AB serait un travail extrêmement complexe, impossible à réaliser compte tenu de son ampleur et du manque de données.

On peut d'ailleurs ajouter que même s'il était possible, un tel travail n'apporterait pas un résultat satisfaisant, parce qu'il incorporerait nécessairement des partages de coût plus ou moins arbitraires entre les différentes relations qui interfèrent les unes sur les autres.

Il semble que la S.N.C.F. connaisse un coût moyen national plus ou moins complet du transport en régime accéléré (qui ne nous a pas été communiqué), mais compte tenu des dispersions considérables autour de cette moyenne, en raison des possibilités plus ou moins grandes d'incorporer le trafic d'une relation AB dans celui de trains plus lourds constitués par regroupement de diverses relations, la prise en compte d'une valeur moyenne nationale dans notre étude, qui est faite relation par relation, n'aurait pas eu de sens.

3.1.3 - Même si on pouvait connaître le coût du transport R.A. sur une relation, sa comparaison avec le prix de revient d'un transport combiné sur la même relation ne permettrait pas de mesurer s'il y a ou non un avantage économique au transfert de ce trafic.

Indépendamment du problème de la qualité de service qui ne serait pas exactement la même, il faudrait tenir compte de l'incidence d'une réduction du trafic R.A. sur le prix de revient des autres relations du régime accéléré, qui serait maintenues.

Une telle étude impliquerait une modélisation complète de l'ensemble des trafics R.A. et des trafics de trains blocs, qui paraît insoluble par son ampleur, et dans l'état actuel des données disponibles.

3.1.4 - Nous avons cependant fait une étude sommaire pour comparer approximativement le coût des acheminements terminaux dans le cas d'un transport combiné par train bloc et dans celui d'un transport ferroviaire en régime accéléré, en faisant abstraction du transport principal entre la première et la dernière gare de triage (cas du R.A.) ou entre les deux centres de transport combiné desservis par trains blocs (cas du transport combiné).⁽¹⁾

1) d'après la S.N.C.F. le prix de revient des trains blocs est en général supérieur au prix de revient du lotissement en régime accéléré.

Malgré son caractère partiel, cette étude a montré l'importance de l'existence ou non d'un embranchement ferroviaire à l'origine et à la destination.

Lorsqu'il y a un embranchement ferroviaire aux deux extrémités, la S.N.C.F. estime à environ 350 F. le coût des transports terminaux pour un wagon en régime accéléré, alors que nous verrons qu'en transport combiné nous estimons à 500 F. environ le coût des transports terminaux d'une caisse mobile de 25 tonnes au maximum de charge utile.

Si on suppose que les relations par trains blocs ou entre gares de triage sont optimisées globalement par la S.N.C.F., on peut admettre qu'il n'y aura jamais aucun avantage au report du trafic du régime accéléré vers le transport combiné lorsqu'il y a un embranchement ferroviaire aux deux extrémités de la liaison.

Lorsqu'au contraire les deux extrémités de la liaison ne sont pas embranchées, le coût des transferts rail-route et des parcours routiers terminaux sont toujours plus coûteux qu'en transport combiné, parce que les coûts de transfert sont plus élevés : il est toujours très coûteux de décharger un wagon pour recharger la marchandise en camion. Dans ces conditions on peut admettre que dans ce cas il y aura en général un avantage économique au transfert du régime accéléré vers le transport combiné.

Dans le cas intermédiaire où il n'y a un embranchement ferroviaire qu'à une seule des extrémités, il est impossible de conclure dans un sens ou dans l'autre, chaque cas est un cas particulier.

3.1.5 - Finalement nous avons retenu la conclusion suivante :

Lorsque sur une relation déterminée, la concurrence entre la route et le transport combiné justifiera la création d'une liaison par trains-blocs de transport combiné, nous admettrons que tous les trafics de cette relation qui empruntent le régime accéléré et qui ne disposent pas d'embranchements ferroviaires sont justiciables du transport combiné. Nous avons préféré ne pas retenir le cas des trafics avec un seul embranchement pour ne pas surestimer les potentialités du transport combiné.

Cette imputation forfaitaire d'une partie du trafic ferroviaire au transport combiné n'est certainement pas rigoureusement exacte; il y a des industriels qui ont un embranchement ferroviaire et qui malgré cela réservent une partie de leur trafic à la route, il est possible que la création d'un centre de transports combinés justifie le transfert d'une partie de leur trafic non seulement routier, mais également ferroviaire. Inversement, il y a des entrepreneurs de transport qui n'ont pas d'embranchement ferroviaire, mais qui utilisent des quais et entrepôts dans les gares ferroviaires de marchandises pour l'éclatement terminal de leur trafic, et qui continueront à le faire, même si on crée une relation de transports combinés.

Globalement cependant, on peut penser que l'estimation forfaitaire que nous avons retenue constituera une approximation correcte.

Dans la pratique la S.N.C.F. s'est heurtée à des difficultés pour identifier les trafics du fichier 1976 qui correspondent à des embranchements particuliers, et les calculs ont été faits en ne retenant que les trafics réels de gare à gare en RA sur une liaison déterminée.

3.2 - Cas du régime ordinaire

3.2.1 - Le cas du lotissement en régime ordinaire soulève les mêmes difficultés de calcul des prix de revient que celui du lotissement en régime accéléré, avec une ampleur encore plus grande d'ailleurs.

Les interférences entre relations et l'imputation des charges des gares de triage ne permettent pas de définir un prix de revient par relation.

D'après la S.N.C.F. le prix de revient moyen du lotissement en régime ordinaire est inférieur à la moitié de celui du lotissement en régime accéléré.

3.2.2 - Mais surtout le transport ferroviaire en régime ordinaire n'offre pas du tout la même qualité de service que le transport routier, le transport combiné par trains blocs ou le transport ferroviaire en régime accéléré. Les délais d'acheminement sont très longs et ne sont absolument pas garantis.

Il s'agit d'un marché totalement différent qui offre à la fois un prix et une qualité de service très inférieurs.

Une comparaison économique des prix de revient n'aurait donc aucun sens.

Nous avons admis qu'il n'y avait pas de concurrence possible entre le régime ordinaire et le transport combiné.

A long terme ceci n'est certainement pas tout à fait exact, car on constate une tendance très nette à une récession du régime ordinaire et à un accroissement de la demande de service de meilleure qualité.

On peut donc penser qu'il y aura à long terme un certain transfert des trafics de régime ordinaire vers le domaine de concurrence où interfèrent les transports routiers, les transports combinés et le trafic ferroviaire en régime accéléré.

Mais la prévision de ces transferts aurait débordé le cadre de la présente étude.

Nous retiendrons seulement que cette évolution lente à long terme vers des trafics offrant une meilleure qualité de service ne peut qu'être favorable au développement du transport combiné et augmenter son trafic potentiel.

CHAPITRE IV

LE PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT ROUTIER4.1 - Les hypothèses de calcul.

Pour apprécier les avantages économiques du transport combiné par rapport au transport routier, nous devons calculer le prix de revient du transport routier de tous les trafics étudiés. Mais comme ces trafics ne sont connus que par leur relation (département à département) et leur catégorie NST, nous sommes obligés de calculer des prix de revient moyens sur les distances moyennes de département à département et pour les densités de chargement moyennes de chacune des catégories NST.

Il est évident que ces prix de revient moyens ne peuvent pas représenter toute la diversité des trafics étudiés et que, par conséquent, les résultats que nous obtiendrons ne seront valables que globalement et en moyenne.

4.1.1 - Pour le calcul de ces prix de revient moyens, nous avons retenu un véhicule de type "ensemble articulé de 38 tonnes de P.T.R.A.", c'est-à-dire un ensemble constitué d'un tracteur (P.M. \approx 6,5 tonnes) et d'une semi-remorque (P.M. \approx 6,5 tonnes, C.U. = 25 tonnes).

Les caisses des semi-remorques de ce type offrent en général des capacités de 70 m³, mais pour le transport des produits de faible densité de chargement, on trouve couramment sur le marché des semi-remorques à caisse surbaissée de capacité 80 m³. C'est cette capacité limite que nous retiendrons.

4.1.2 - Les catégories NST ne représentent pas des produits d'une densité déterminée ; cependant, la SNCF avait étudié statistiquement, sur des échantillons de chargements réels en wagon, la répartition moyenne des densités de chargement par catégorie NST. Ce sont les résultats de cette étude que nous avons utilisés.

Selon que cette densité est supérieure ou inférieure à $\frac{25}{80} = 0,3125$, le chargement du véhicule est limité soit par la charge utile (25 t), soit par la capacité (80 m³).

On trouvera en annexe 2 le tableau des densités de chargement par catégorie NST. Ces densités de chargement correspondent à l'utilisation maximum de la capacité du véhicule, mais elles prennent en compte les capacités inoccupées nécessaires aux manutentions lors des chargement et déchargement des produits.

Les densités moyennes de chargement que nous avons retenues ont été obtenues en réduisant de 25 % les densités précédentes. L'erreur commise sur ce coefficient ne peut avoir qu'une incidence négligeable, car les caractéristiques des véhicules de transport routier et des caisses de transport combiné que nous avons retenues sont très voisines et, par conséquent, en choisissant dans les deux cas la même valeur (0,75) pour le rapport $\frac{\text{chargement réel}}{\text{chargement maximum}}$ nous ne risquons pas d'introduire une erreur sensible.

4.1.2 - Les distances routières retenues sont celles de la "Tarification Routière Obligatoire" (T.R.O.) de préfecture à préfecture pour chacune des relations de département émetteur à département récepteur.

Les distances autoroutières utilisées dans les calculs sont celles relevées sur la carte Michelin.

On trouvera en annexe 1 le tableau de ces distances routières et autoroutières.

Lorsque la distance autoroutière est supérieure à la distance routière, on a supposé que le trafic était fait entièrement par l'autoroute.

4.1.4 - Nous avons estimé systématiquement à 20 % les retours à vide. C'est un chiffre couramment admis, notamment par la FNTR, dans toutes les études de prix de revient du transport routier. Toutefois, le modèle permettrait de paramétrer cette valeur et d'utiliser le taux constaté sur le trafic routier de la relation considérée.

4.1.5 - Les calculs ont été faits en supposant le véhicule conduit par un seul chauffeur. Toutes les études effectuées sur le coût de la conduite à double équipage ont montré (tout au moins en transport intérieur) que cette solution était toujours beaucoup plus onéreuse ; elle est d'ailleurs très peu pratiquée en transport intérieur et réservée à des cas exceptionnels exigeant une réduction impérative des délais de route.

Cela signifie qu'un délai supplémentaire de 24 heures pour les longs trajets n'est pas en général ressenti comme une pénalisation de la qualité de service offerte par le transport routier. Théoriquement, pour ces longs trajets, c'est la solution avec double équipage qui offre à peu près la même qualité de service que le transport combiné ; mais, pratiquement, la solution avec un seul chauffeur est en réalité la solution concurrente du transport routier, bien que la qualité de service (délai) ne soit pas rigoureusement la même, et c'est celle que nous avons retenue.

4.1.6 - Nos calculs ont tenu compte :

- . de la réglementation sur les temps de conduite,
- . de la limitation réglementaire des vitesses.

Ainsi, nous avons retenu une durée maximale de conduite de 9 heures par jour et une vitesse moyenne des véhicules sur routes et autoroutes de respectivement 50 km/h et 65 km/h.

Il est certain que ces réglementations ne sont pas toujours strictement respectées, mais il nous a semblé que, pour une étude prospective, il fallait nous placer dans l'hypothèse d'une application rigoureuse de ces textes.

C'est une des raisons pour lesquelles nos estimations de prix de revient du transport routier sont supérieures aux prix réels pratiqués en moyenne.

4.1.7 - Le problème des charges de capital est délicat, car les rémunérations réelles des capitaux investis en transport routier ou en transport ferroviaire ne sont pas identiques.

Compte tenu des objectifs de l'étude, qui visent à apprécier les avantages économiques, au sens le plus large du terme (c'est-à-dire globalement pour la collectivité), du transport combiné, nous sommes obligés d'évaluer les charges de capital d'une manière uniforme quel que soit le mode de transport.

A la demande de la Direction de la Prévision, nous avons retenu le critère du Commissariat du Plan, c'est-à-dire un taux d'actualisation de 9% par an en francs constants.

Cela ne correspond ni aux usages de la SNCF, ni à ceux des transporteurs routiers. Les calculs économiques de la SNCF sont faits en général avec un taux d'actualisation de 6 % par an en francs constants et nous avons donc demandé à la SNCF de les corriger pour porter ce taux à 9 %.

Les calculs économiques des transporteurs routiers sont très divers. Le Comité National des Loueurs utilise en général un taux très supérieur à 9 %, mais les prix réels pratiqués correspondent en fait à des taux de rendement du capital beaucoup plus faibles.

C'est une autre raison pour laquelle nos estimations du prix de revient du transport routier sont supérieures aux prix réels pratiqués en moyenne.

4.2 - Les données de base du prix de revient du transport routier.

Tous les calculs ont été faits sur des prix de septembre 1976.

4.2.1 - Le prix de revient du transport routier peut être décomposé en quatre parties :

- . les frais variables (carburant, lubrifiant, pneumatiques, entretien) qui sont à peu près proportionnels à la distance parcourue et qui seront par conséquent exprimés en francs par kilomètre.

- . les frais de personnel (salaires, charges sociales, frais de route) qui sont à peu près proportionnels au nombre de jours de chauffeurs nécessaires et qui seront par conséquent exprimés en francs/jour, en admettant qu'en moyenne un chauffeur travaille 220 jours par an;
- . les frais fixes du véhicule (amortissement, frais financiers, taxes et assurances) qui sont des frais fixes annuels que nous transformerons en francs/jour, en admettant qu'un véhicule roule en moyenne 240 jours par an.

La différence entre l'utilisation annuelle du véhicule (240 jours) et celle du personnel de conduite (220 jours) est en accord avec l'opinion générale selon laquelle il faut en moyenne un chauffeur de remplacement pour 10 chauffeurs.

- . les frais généraux que nous avons évalués à 16 % des frais précédents (frais variables + frais de personnel + frais fixes de véhicule), mais il est certain que ce pourcentage est très variable selon les entreprises.

4.2.2 - Frais variables.

Les chiffres de cette rubrique sont des chiffres moyens obtenus en recoupant diverses informations en notre possession :

- . carburant : 0,60 F/Km,
- . lubrifiant : 0,04 F/Km,
- . pneumatique : 0,20 F/Km,
- . entretien et réparations : 0,43 F/Km.

Avec le pourcentage des frais généraux cela représente en moyenne :

- . 1,473 F/Km.

4.2.3 - Frais de personnel.

Nous avons estimé le salaire annuel d'un chauffeur, charges sociales (60%) comprises, à 70.000 francs et ses frais de route à 15.000 francs, ce qui représente en moyenne 220 jours à 68 francs d'indemnité journalière.

Avec les frais généraux, cela représente au total 448 F/jour.

4.2.4 - Frais de véhicule.

Pour le tracteur, nous avons retenu une valeur à l'état neuf de 175.000 francs, un amortissement en 5 ans et une valeur résiduelle de 15 % au bout de 5 ans.

Pour la semi-remorque, nous avons retenu une valeur à l'état neuf de 55.000 francs, un amortissement en 10 ans et une valeur résiduelle de 5 % au bout de 10 ans.

A partir de ces hypothèses, les charges de capital ont été évaluées sous la forme d'une annuité constante aux taux de 9 % par an. Pour le tracteur, l'annuité est égale à 23,2 % de la valeur à l'état neuf soit 40.600 francs, et pour la semi-remorque à 15,25 % de cette valeur, soit 8.388 francs.

A ces charges de capital, il convient d'ajouter :

- . la taxe à l'essieu, soit 5.200 francs pour des semi-remorques à deux essieux qui sont actuellement les engins les plus couramment utilisés,
- . les assurances, soit 17.000 francs, représentant globalement la couverture des risques suivants : responsabilité civile, incendie et vol du véhicule, défense et secours, assurance marchandises transportées, provisions pour propre risque.

Au total, avec les frais généraux, cela représente 344 F/jour pour une utilisation de 240 jours par an.

4.3 - Le calcul du prix de revient du transport routier.

4.3.1 - Nous avons voulu faire intervenir dans notre modèle la possibilité d'emprunter l'autoroute et pour cela nous avons procédé de la façon suivante.

Sur une relation donnée de distance D, nous appellons α le pourcentage de kilomètres effectués sur autoroute.

Nous avons retenu un péage moyen kilométrique des autoroutes de 0,15 F/Km et par conséquent la part des frais variables dans le coût de transport sur la relation s'écrira :

$$(1,473 + 0,15\alpha) D \text{ avec } 0 \leq \alpha \leq 1.$$

Mais l'autoroute permet par ailleurs d'augmenter la distance parcourue en un temps donné puisque nous avons retenu des vitesses moyennes de 50 Km/h sur route et de 65 Km/h sur autoroute.

Nous introduisons alors la distance maximum T en km que le véhicule peut effectuer journalièrement en limitant à 9 heures le temps de conduite du chauffeur :

$$T \text{ (en Km)} = 9 \times [50 (1-\alpha) + 65\alpha] = 450 + 135\alpha.$$

4.3.2 - Pour affecter les charges fixes de véhicule et de personnel, il faut calculer le nombre KR de jours nécessaires pour effectuer le trajet. Cette donnée peut être très variable selon l'organisation des transports dans l'entreprise ; participation plus ou moins grande du chauffeur aux opérations de chargement et de déchargement, affectation du camion à un seul chauffeur, banalisation des chauffeurs avec organisation d'un système de relais, etc.

Nous nous sommes placés dans l'hypothèse où le chauffeur reste affecté à son camion, au moins pour effectuer l'aller et retour de la livraison considérée, mais où son temps de conduite est utilisé au maximum de manière à ce que cet aller et retour puisse être effectué dans un nombre minimum de jours entiers.

Cela signifie que pour un trajet exigeant un peu plus d'une journée de conduite, par exemple 11 heures, le chauffeur après avoir conduit 9 heures pendant la première journée utilisera la première partie de la journée du lendemain pour terminer le trajet, puis entamera le trajet retour dans la seconde partie de la journée, de manière qu'au total l'aller et retour soit effectué en 3 jours.

Dans ces conditions, KR prend les valeurs suivantes dans notre modèle :

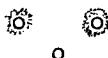
- . KR = 1 : si $D \leq T$,
- . KR = 1,5 : si $T < D \leq 1,5 T$,
- . KR = 2 : si $1,5 T < D \leq 2 T$,
- . KR = 2,5 : si $2 T \leq D \leq 2,5 T$.

4.3.3 - Le coût journalier de l'ensemble chauffeur-véhicule s'élève à :
 $448 + 344 = 792$ francs.

Le coût du transport routier sur la liaison de longueur D et de coefficient autoroutier α s'exprime par la formule suivante :

$$. C = (1,473 + 0,15 \alpha) D + 792 KR.$$

KR étant déterminé en fonction de D et de $T = 450 + 135 \alpha$.



CHAPITRE V

LE PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT COMBINE5.1 - Les hypothèses de calcul

Comme dans le cas du prix de revient du transport routier, nous sommes obligés de calculer des prix de revient moyens qui représentent mal toute la diversité des trafics étudiés.

S'agissant de relations départementales nous sommes obligés de considérer qu'il peut y avoir un centre de transport combiné et un seul dans chaque département (en principe au chef-lieu); nous sommes obligés par ailleurs de choisir une distance moyenne de rabattement par rapport à ce centre, ce qui fait qu'un trafic départemental déterminé (une catégorie N.S.T. et une relation département à département) sera considérée totalement comme justiciable ou non du transport combiné, alors que la réalité devrait être beaucoup plus nuancée selon les distances réelles de rabattement des trafics élémentaires qui constituent le trafic du département.

5.1.1.- Il y a actuellement en France deux catégories, à première vue très différentes, de transport combiné rail-route : le conteneur et la remorque kangourou.

Chacune à son organisation particulière, un régime commercial distinct, un matériel spécifique, des règles administratives et une tarification différentes.

En ce qui concerne le matériel, les deux systèmes évoluent actuellement vers un engin semblable, la caisse mobile⁽¹⁾ : il s'agit pratiquement soit d'un conteneur ayant les dimensions extérieures d'une caisse de semi-remorque routière, soit d'une caisse de semi-remorque qui, désolidarisée de son châssis peut être transportée sur wagon comme un conteneur.

(1) Les deux engins, le conteneur maxicadre de la C.N.C. et la caisse mobile routière de Novatrans ne sont pas encore rigoureusement identiques : le premier a 2 cm. de moins en largeur intérieure et une tare un peu plus élevée.

Pour le calcul du prix de revient moyen du transport combiné, nous avons donc choisi de retenir le système de la caisse mobile, qui est sans doute l'engin le plus performant économiquement et qui présente en outre l'avantage d'éliminer dans nos calculs économiques le problème de la concurrence entre le transport combiné par conteneur et le transport combiné par remorque kangourou.

La précision de nos calculs ne justifie pas de tenir compte des légères différences qu'il y a entre les caractéristiques du matériel type C.N.C. (par exemple le M.K.F.70) et du matériel type Novatrans (par exemple la caisse mobile FRUEHAUF) et nous avons retenu les chiffres moyens suivants :

- volume 70 m³.
- tare 4 tonnes
- charge utile 25 tonnes

Les dimensions extérieures sont :

- longueur 12,20 m
- largeur 2,50 m
- hauteur 2,67 m

Ce matériel peut être transporté sur route et sur rail dans des conditions très voisines de celles d'un conteneur de 40 pieds.

5.1.2.- Pour les calculs, nous adoptons les mêmes densités de chargement moyennes et maximales, que dans le cas du transport routier, mais si la limitation pour la charge utile reste la même (25 tonnes), la limitation pour le volume est plus faible (70 m³. au lieu de 80 m³); le gabarit des caisses de semi-remorques surbaissées ne permet pas de les transporter sur wagon.

Il ne semble pas d'ailleurs que le gabarit ferroviaire puisse autoriser une capacité très supérieure à 70 m³. pour le matériel de transport combiné.

5.1.3 - Les distances ferroviaires entre centres départementaux ont été évaluées par la S.N.C.F.

On trouvera en annexe 1 le tableau de ces distances. Dans la région parisienne dont les trafics des 8 départements ont été regroupés, on a supposé qu'il n'y avait qu'un centre afin de simplifier les calculs (cela n'exclut pas qu'il y en ait plusieurs en réalité, si le trafic le justifie).

Les distances routières de rabattement entre centres et lieux d'origine ou de destination ont été estimées en moyenne à 30 km. Il convient d'insister sur le fait qu'il s'agit d'une estimation moyenne qui risque de surévaluer le coût du transport combiné pour une partie des trafics et de le sous-évaluer pour une autre partie. Il ne faudra donc pas attacher trop de valeur aux résultats partiels, on peut seulement espérer que les erreurs s'annuleront en moyenne et que le résultat global restera valable.

5.1.4 - En ce qui concerne les retours à vide, il y a 3 problèmes distincts en transport combiné :

- le retour de caisses mobiles vides, nous l'avons estimé à 20 % en moyenne, mais on pourrait le paramétrer en fonction du déséquilibre du trafic sur la relation,
- le retour à vide des tracteurs effectuant les rabattements terminaux ; nous l'avons estimé à 20 %,
- le déséquilibre, en transport ferroviaire, des expéditions de caisses mobiles pleines ou vides, il a été introduit dans le modèle sous forme d'un coefficient K_2 , auquel est adjoint un coefficient de sécurité K_{2S} tenant compte des aléas dans les trafics de caisses.

5.1.5 - Les transports routiers des rabattements terminaux nécessitent l'emploi d'un ensemble de 38 tonnes de P.T.R.A., composé d'un tracteur et d'une semi-remorque châssis à 2 essieux.

Nous avons supposé que ces transports étaient effectués à une vitesse moyenne de 40 km/h., sauf dans les départements à circulation dense (région parisienne, Nord, Rhône, Bouches du Rhône), pour lesquels nous avons retenu une vitesse de 20 km/h.

5.1.6 - Comme dans le cas du transport routier, nous avons calculé les charges de capital sous la forme d'une annuité à 9 % en francs constants. Cela a conduit à modifier la formule du coût de la traction ferroviaire qui avait été établie par la S.N.C.F. sur la base d'une annuité à 6 %.

5.2 - Les données de base du prix de revient du transport combiné

Tous les calculs ont été faits sur des prix de 1976.

5.2.1 - le prix de revient du transport combiné peut être décomposé en 3 postes :

- le prix de revient de la traction ferroviaire,
- le prix de revient des deux transferts rail-route dans les centres,
- le prix de revient des deux transports routiers terminaux.

Pour ne pas compliquer inutilement les calculs, nous avons imputé le total des coûts d'immobilisation de la caisse mobile aux opérations de transfert ; cela ne modifie pas le résultat global.

5.2.2 - Pour calculer le prix de revient des transports terminaux, nous avons adopté la même méthode que pour le prix de revient du transport routier, mais avec des valeurs qui peuvent être différentes dans certains cas pour tenir compte des caractéristiques différentes de ces transports.

5.2.2.1 - Pour les frais variables, nous avons retenu les valeurs suivantes :

| | | |
|---------------------------|------------|-----|
| - carburant | 0,66 F./km | (1) |
| - lubrifiant | 0,044F./km | (1) |
| - pneumatiques | 0,20 F./km | |
| - entretien et réparation | 0,43 F./km | |

Avec le même pourcentage (16 %) de frais généraux, cela représente en moyenne 1,548 F. par kilomètre.

(1) Ces chiffres sont supérieurs de 10 % à ceux du grand routier pour tenir compte d'une circulation plus dense.

5.2.2.2 - Pour les frais fixes de personnel nous avons considéré que le salaire annuel du chauffeur était inférieur de 17 % à celui d'un grand routier, et qu'il n'y avait pas de frais de route, soit au total 58.100 F. par an.

Avec les frais généraux (16 %) et 220 jours de travail par an, cela représente 306 F. par journée.

5.2.2.3 - Pour les frais fixes du véhicule (caisse mobile exclue) nous avons retenu le même tracteur que dans le cas du transport routier (valeur neuve 175 000 F.), mais nous avons supposé qu'il était amorti en 7 ans avec une valeur résiduelle de 10 % pour tenir compte du fait qu'il a une utilisation annuelle plus faible que le grand routier (de l'ordre de 40 000 km. au lieu de 90 000 km.); dans ces conditions avec un taux d'actualisation de 9 % par an, l'annuité des charges de capital est égale à 18,78 % de la valeur du tracteur neuf.

En ce qui concerne la semi-remorque chassis, nous l'avons estimée neuve à 35 000 F., et nous avons supposé qu'elle était amortie en 10 ans avec une valeur résiduelle de 5 %, ce qui correspond (au taux de 9 %) à une annuité de 15,25 % de la valeur neuve.

Pour un véhicule circulant en zone de camionnage, le montant des taxes est de 1 170 F. par an.

Quant à l'assurance, nous avons scindé la somme de 17 000 F. qui correspond à l'ensemble articulé caisse comprise, en deux parties, la partie correspondant au tracteur et à la semi-remorque chassis a été estimée à 15 000 F., le solde 2 000 F. correspond à la caisse mobile et sera affecté plus loin au coût d'immobilisation de cette caisse. Au total, les frais fixes du véhicule routier, frais généraux compris, s'élèvent à 263 F/jou en tablant sur une utilisation de 240 jours par an.

5.2.2.4 - Compte tenu des différentes formalités à accomplir lors du chargement ou du déchargement d'une caisse mobile et des manutentions nécessaires, nous avons admis que la durée d'une opération nécessite en moyenne 20 minutes.

Avec une distance moyenne de 30 km entre le chantier de transfert et le client, le nombre de rotations journalières que l'ensemble routier pourra effectuer sera :

- n = 3 dans les départements où nous avons estimé la vitesse à 40km/h.
- n = 2 dans les départements où nous avons estimé la vitesse à 20km/h.

5.2.2.5 - Finalement, compte tenu des retours à vide de l'ensemble routier (20%), le coût des transports terminaux d'une caisse mobile pleine ou vide sera égal à :

$$\left[\left(\frac{263 + 306}{n} \right) + 60 \times 1,548 \right] \times \frac{12}{10}$$

5.2.3 - Le transport combiné ferroviaire se fait durant la nuit et la caisse mobile doit être livrée au chantier de départ le jour A avant une certaine heure, qui dépend de la relation.

Elle est réceptionnée le jour B dans la matinée au chantier d'arrivée, mais compte tenu des temps de chargement et de déchargement, elle ne peut être réexpédiée que le jour C.

Nous avons donc admis qu'il fallait en moyenne 2 jours d'immobilisation par voyage, quelle que soit la relation. Cette hypothèse est plutôt optimiste et correspond aux cas de trafics terminaux réguliers pour le compte du même client.

La caisse mobile a une valeur neuve de 25 900 F. Nous avons supposé qu'elle était amortie sur 10 ans avec une valeur résiduelle de 10 %. Au taux de 9 %, l'annuité des charges fixes de capital est égale à 15,57 % de la valeur neuve.

La quote part d'assurance relative à la caisse mobile a été évaluée à 2 000 F. (cf.supra).

Avec les frais généraux (16 %), le coût annuel de la caisse mobile s'élève à 6 998 F., soit 29,16 F. par jour pour 240 jours d'utilisation par an.

La S.N.C.F. nous a indiqué la valeur de 180 F. par caisse pour les deux coûts terminaux de transbordement ; cette valeur moyenne comprend les coûts des manoeuvres ferroviaires des chantiers, et les coûts de manutention des caisses, y compris les charges fixes du matériel de manutention.

En réalité ce chiffre serait un peu plus faible pour les gros chantiers, et un peu plus élevé pour les petits.

Au total, pour un voyage d'une caisse pleine ou vide, le prix de revient des manutentions terminales et de l'immobilisation de la caisse s'élève à :

$$180 + 2 \times 29,16 \text{ francs}$$

5.2.4 - En ce qui concerne le prix de revient du transport ferroviaire par trains blocs de conteneurs sur une relation déterminée, la S N C.F. a fourni la formule suivante :

$$\mathcal{C} = 1\,080 \times \frac{J}{T} + \frac{K_3 \times K_4 \times (1 + K_2)}{10 \, K_1} \left[\frac{8\,990}{DF} + 32 \right] + 0,43 \times \left[1 + 2 \frac{(1 + K_2)}{10 \, K_1} \right]$$

dans laquelle :

T est le trafic annuel, 2 sens réunis, en tonnes nettes de la relation,

DF est la distance ferroviaire en kilomètres,

J est la fréquence moyenne annuelle par sens, c'est-à-dire le nombre annuel de rotations de trains blocs,

K₁ est le coefficient de densité de chargement par caisse (en dizaines de tonnes par caisse),

K₂ est la proportion de caisses vides transportées par rapport au nombre total de caisses transportées en charge (2 sens réunis),

K₃ est le coefficient de déséquilibre du trafic $\frac{T^+}{T}$

T⁺ étant le trafic annuel dans le sens le plus chargé en tonnes nettes,

T = T⁺ + T⁻ étant le trafic annuel total des 2 sens en tonnes nettes

K₄ est le coefficient de dimensionnement des trains blocs par rapport au trafic moyen journalier du sens le plus chargé $K_4 = \frac{T^+}{J}$

\mathcal{C} est le coût moyen, en centimes, de la tonne-kilomètre nette pour le total des deux sens de la relation.

Cette formule tient compte des modifications introduites au cours de l'étude par le changement du taux d'actualisation (9 % au lieu de 6 %).

Bien qu'il s'agisse d'un coût marginal, il englobe :

- les frais de personnel de conduite, y compris les temps morts,
- les charges financières du matériel moteur et remorqué,
- les charges d'entretien de ce matériel,
- les consommations d'énergie,
- les dépenses d'entretien de la voie en ligne (au prorata des T.K.B.R.)
- les frais de "mouvement en ligne"

La S.N.C.F. estime que le coût de la consommation d'énergie a été surestimé, parce qu'il ne tient pas compte du fait qu'il s'agit d'une consommation en heures creuses de nuit, et que cette surestimation compense pratiquement le supplément d'imputation de frais généraux qui serait nécessaire pour avoir un prix de revient à peu près complet.

Enfin, nous préciserons que cette formule avait été établie dans le cas d'un trafic de conteneurs ISO pour une charge nette maximale de 22,5 tonnes par caisse. La question a été évoquée de la révision éventuelle de cette formule pour tenir compte du fait que dans nos hypothèses la charge nette prescrite par caisse mobile est maintenant de 25 tonnes. Cette révision pose des problèmes techniques très complexes et il a été convenu qu'on pouvait admettre que le prix moyen à la tonne-kilométrique nette reste inchangé (1).

(1) - Théoriquement il devrait baisser légèrement sous l'effet du rendement croissant, mais il y a un problème technique relatif à la charge limite des wagons qui risque d'avoir un effet contraire.

CHAPITRE VI

ANALYSE GENERALE DES PHASES DE CALCUL

- 6.1 - A partir du fichier du trafic "techniquement transférable en transport combiné", le modèle somme par relation (i,j) les trafics en tonnes et calcule le nombre de caisses mobiles pour l'ensemble des positions NST et sens par sens, quel que soit le mode utilisé en 1976.
- 6.2 - Il calcule ensuite les trafics totaux par relation, 2 sens confondus, puis les coefficients nécessaires à la détermination du coût de transport par fer : K2 et K3, en supposant que tout le trafic "techniquement transférable" est transféré en transport combiné.
- En fonction du tonnage brut remorqué par la locomotive, dépendant du trafic total de la relation, on affecte à J (fréquence de la desserte), un coefficient θ prenant la valeur 1 dans le cas d'une desserte journalière (desserte normale), 0,5 pour une desserte tous les 2 jours (desserte réduite) et supérieur à 1 dans le cas d'une desserte renforcée.
- 6.3 - Pour chaque position NST de la relation, le modèle
- calcule . le coût ferroviaire correspondant au transport de centre à centre
 - . le coût des manutentions terminales,
 - . le coût des transports terminaux depuis les chantiers i et j jusqu'aux clients,
 - . le coût total du transport combiné par caisse mobile et par tonne
 - . le coût du transport routier par tonne, en supposant que tout le trafic du produit NST est effectué par la route.
- compare . les prix de revient du transport par route et par caisse mobile d'une tonne du produit NST considéré.

- 6.4 - Dans le cas où le coût du transport par route est inférieur au coût du transport combiné, le trafic correspondant n'est pas transférable, le produit NST est donc éliminé sur cette relation.

Le modèle recalcule alors le trafic restant, a priori transférable, et détermine les nouveaux coefficients de transport par fer.

- 6.5 - Si le coût du transport routier est supérieur à celui du transport combiné, le trafic correspondant est transférable. On passe à la position NST suivante jusqu'à épuisement.

- 6.6 - Lorsque toutes les positions NST sont passées en revue, on recherche si les trafics totaux transférables sont supérieurs au seuil de tonnage égal à 50 000 T. pour lequel des transports par trains blocs sont envisageables.

Dans le cas où le seuil est franchi, les trafics pour la relation considérée, sont considérés comme transférables au transport combiné.

Si les 50 000 T. ne sont pas atteintes, les trafics correspondants restent affectés à leur mode de transport initial et la relation est éliminée.

- 6.7 - Le modèle étudie ainsi l'ensemble des relations.

- 6.8 - Les éléments édités comprennent :

- . les départements origine-destination,
- . le trafic transférable en tonnes par sens, tous sens confondus, et par nature,
- . le nombre de caisses mobiles,
- . le type de la desserte (réduite - normale - renforcée),
- . les désignations des produits,
- . les coûts de transport.

CHAPITRE VII

R E S U L T A T S

7.1 - Le modèle ne prend pas en compte les coûts et avantages indirects pour la collectivité : congestion des routes, économie d'énergie... qui seront intégrés globalement sous forme de coefficients de pondération du prix du transport routier dans les variantes étudiées au chapitre VIII.

Les paramètres de référence ont été définis dans les chapitres précédents. La solution correspondante dont les résultats sont commentés dans le présent chapitre est définie par :

- . l'utilisation d'une caisse mobile de 25 tonnes de charge utile,
- . une densité de chargement réelle égale à 0,75 * densité de chargement maximale,
- . un coefficient de pondération $K_2 S$ égal à 0,1 prenant en compte les aléas des déséquilibres du trafic de caisses pour l'ensemble des relations,
- . un dimensionnement des trains-blocs égal à $\frac{T^+}{j}$ où T^+ est le trafic annuel dans le sens le plus chargé en tonnes nettes
- . un coût de transport routier de bout en bout, tel que nous l'avons calculé au chapitre IV, sans coefficient de pondération.

L'ensemble des résultats est consigné dans le tableau page suivante, qui indique :

- . les relations étudiées,
- . pour chaque relation le volume des trafics transférables, sens par sens et tous sens confondus, exprimés en tonnes,
- . les distances ferroviaires et routières en kilomètres,
- . les coefficients de déséquilibre du trafic,
- . les distances moyennes,
- . un coefficient prenant la valeur 1 ou 0 selon que le modèle a conclu ou non à la possibilité d'une liaison par trains-blocs de transport combiné.

| | |
|--|------|
| Tonnage caisse mobile | 25 |
| Coeff. de densité de chargement. | 0,75 |
| Coeff. de dimensionnement des trains | 1 |
| Coeff. de sécurité des caisses vides / | 0,1 |
| Coeff. multiplicateur du coût de T.R. | 1 |

Solution de référence

| | Trafic | Trafic par sens NS - SN | Distance par relation fer route | Coeff. de dsag. NS (NS-SN) | Distance moyenne 1/fer + 2/route | Solut. de réf. | Résul | Trafic par sens par sol. |
|---------|----------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|-------|--------------------------|
| 1 - 13 | 0 | | 418 317 | | 398 | 0 | | |
| 1 - 30 | 0 | | 346 302 | | 324 | 0 | | |
| 2 - 13 | 79 042 | 70 888 8 154 | 1 025 871 | 0,88 | 948 | 1 | | |
| 75 - 6 | 66 515 | 43 297 23 218 | 1 077 959 | 0,65 | 1 018 | 1 | | |
| 69 - 6 | 0 | | 576 482 | - | 529 | 0 | | |
| 21 - 13 | 50 840 | 25 932 24 908 | 548 510 | 0,5 | 529 | 1 | | |
| 39 - 13 | 0 | | 482 442 | - | 462 | 0 | | |
| 42 - 13 | 140 285 | 79 805 60 480 | 410 338 | 0,56 | 374 | 1 | | |
| 51 - 13 | 74 969 | 46 176 28 793 | 855 782 | 0,61 | 818 | 1 | | |
| 54 - 13 | 54 919 | 41 803 13 116 | 777 714 | 0,74 | 746 | 1 | | |
| 59 - 13 | 142 307 | 53 968 88 339 | 1 131 974 | 0,37 | 1 053 | 1 | | |
| 60 - 13 | 80 833 | 50 115 30 718 | 956 840 | 0,62 | 898 | 1 | | |
| 75 - 13 | 535 926 | 244 007 291 919 | 852 793 | 0,45 | 823 | 1 | | |
| 62 - 13 | 56 188 | 38 791 17 397 | 981 962 | 0,67 | 972 | 1 | | |
| 69 - 13 | 1056 495 | 457 156 599 339 | 351 316 | 0,43 | 333 | 1 | | |
| 71 - 13 | 258 815 | 119 925 138 890 | 481 441 | 0,46 | 461 | 1 | | |
| 76 - 13 | 159 539 | 114 285 45 254 | 995 904 | 0,71 | 950 | 1 | | |
| 77 - 13 | 56 842 | 30 884 25 958 | 784 725 | 0,53 | 755 | 1 | | |
| 21 - 84 | 0 | | 427 424 | - | 426 | 0 | | |
| 75 - 26 | 0 | | 606 578 | - | 592 | 0 | | |
| 75 - 30 | 153 315 | 50 795 102 520 | 780 718 | 0,32 | 749 | 1 | | |
| 71 - 30 | 83 978 | 36 467 47 511 | 409 366 | 0,43 | 388 | 1 | | |
| 69 - 34 | 76 462 | 33 325 43 137 | 329 294 | 0,43 | 312 | 1 | | |
| 59 - 84 | 85 276 | 29 699 55 577 | 1 010 888 | 0,34 | 949 | 1 | | |
| 75 - 83 | 102 760 | 30 499 72 261 | 919 851 | 0,29 | 885 | 1 | | |
| 75 - 84 | 314 182 | 83 386 230 796 | 731 707 | 0,26 | 719 | 1 | | |
| 75 - 66 | 178 086 | 11 781 166 305 | 915 896 | 0,06 | 906 | 1 | | |
| 69 - 66 | 0 | | 489 454 | - | 472 | 0 | | |
| 67 - 13 | 97 044 | 72 401 24 543 | 746 765 | 0,74 | 756 | 1 | | |
| 71 - 84 | 0 | | 360 355 | - | 352 | 0 | | |
| 75 - 34 | 132 203 | 56 865 75 338 | 830 770 | 0,42 | 800 | 1 | | |
| 67 - 34 | 52 200 | 27 885 24 315 | 817 751 | 0,51 | 784 | 1 | | |
| TOTAL | 4089 021 | | | | | | | |

7.2 - Résultats

7.2.1 - Les relations justiciables économiquement d'un transport combiné sont au nombre de 24 et le trafic transférable s'élève à 4,09 millions de tonnes. Cela représente 75 % des relations en nombre et 76 % en volume du trafic techniquement transférable, soit plus de 8 fois le trafic actuel de NOVATRANS sur les mêmes relations.

Par rapport au trafic initial du fichier (trafic fer R.A. + route), cela représente 28 % en tonnage.

7.2.2 - La distance est le critère principal qui a sélectionné les trafics transférables et les trafics non transférables.

Pour toutes les relations dont les distances sont supérieures à 500 kilomètres, les trafics sont intégralement et systématiquement transférables dans la solution de référence.

Pour les relations dont les distances sont inférieures à 500 kilomètres les autres paramètres interviennent pour la sélection :

- Un volume global élevé du trafic de la relation est favorable au transport combiné ; cela est particulièrement net pour la relation Lyon-Marseille qui offre le tonnage le plus important de toutes les relations étudiées (plus du million de tonnes) et qui de ce fait est transférable au transport combiné dans la solution de référence malgré la faiblesse de la distance (333 km en moyenne). Cela joue également pour d'autres relations dont le trafic est de l'ordre de 80.000 tonnes ou plus.
- Le déséquilibre du trafic est plutôt défavorable au transport combiné. Cela apparaît nettement quand on compare les deux relations Lyon-Nice et Dijon-Marseille dont les distances sont identiques : bien que son trafic soit un peu plus faible, le deuxième est justiciable du transport combiné, tandis que le premier ne l'est pas parce que son trafic est déséquilibré.
- Un examen par sondage sur les positions NST a montré que le transport combiné était plutôt défavorisé pour les produits de faible densité (densité de chargement maximale inférieure à 0,3).

CHAPITRE VIII

TESTS DE SENSIBILITE DES RESULTATS

Plutôt que d'intégrer dans les coûts des éléments économiques discutables (coût des nuisances par exemple), il a paru préférable d'étudier la sensibilité des résultats à la variation des paramètres introduits et notamment à la variation du coût relatif du transport routier. On a étudié successivement l'incidence de la variation. :

- des coûts du transport routier en affectant son prix de revient d'un coefficient égal à 0,8 ; 0,9 et 1,1.
- du déséquilibre des trafics de caisses mobiles pleines et vides en donnant la valeur 0 à K_2S (au lieu de 0,1), c'est-à-dire en considérant que le déséquilibre du trafic est régulier et n'est pas perturbé par des aléas divers.
- de la charge unitaire transportée en prenant un coefficient de densité de chargement égal à 1.

Pour chaque test de sensibilité, les tableaux de résultats qui ont été rassemblés en annexe 4 sont analogues à celui de la solution de référence avec deux colonnes supplémentaires : la colonne "résultat" qui indique par rapport à la solution de référence s'il y a disparition d'une relation de transport combiné (coefficient 0) ou au contraire création d'une nouvelle relation (coefficient 1) et la colonne "écart de trafic" qui indique en valeur algébrique les variations du tonnage transférable par rapport à celui de la solution de référence.

Le tableau ci-après permet de comparer les résultats des variantes par rapport à la solution de référence.

8.1 - Incidence du prix de revient relatif du transport routier

Dans la variante à coefficient 0,9, quatre relations représentant 0,35 millions de tonnes disparaissent et deux autres relations perdent 0,28 millions de tonnes.

Dans la variante à coefficient 0,8, quatre autres relations disparaissent qui représentent un trafic de 1,20 millions de tonnes.

Dans la variante à coefficient 1,1, cinq relations nouvelles apparaissent représentant 0,41 millions de tonnes.

Le tableau suivant résume ces résultats :

| COEFFICIENT DE PONDERATION (coût du transport routier) | 1,1 | 1 | 0,9 | 0,8 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Nombre de relation du transport combiné en % | 29 90 % | 24 75 % | 20 63 % | 15 47 % |
| Tonnage transférable(M.T) en % | 4,50 83 % | 4,09 76 % | 3,45 64 % | 2,26 42 % |

Ce test de sensibilité montre que le paramètre important reste la distance ; ce sont en effet les relations longues qui constituent le noyau dur du trafic justiciable du transport combiné : tous les trafics à plus de 800 kilomètres sont intégralement et systématiquement transférables, même dans la variante la plus défavorable (coefficient 0,8).

L'influence des autres paramètres est au contraire très sensible au coût relatif du transport routier : la relation Lyon-Marseille qui était transférée dans la solution de référence grâce à l'importance de son trafic et malgré la faiblesse de la distance reperd une partie du trafic transféré dans la variante à 0,9 et la totalité dans la variante à 0,8.

Les différences de tonnage entre les variantes correspondent le plus souvent à des catégories de produits légers ou à des trafics déséquilibrés.

8.2 - Incidence du coefficient de sécurité sur les déséquilibres de trafic

Dans cette variante les coûts du transport routier sont ceux de la solution de référence et seul change le paramètre K_2S qui est pris égal à 0, c'est-à-dire que l'on suppose que le déséquilibre du trafic est régulier, sans variations aléatoires.

Cette réduction des aléas est favorable au transport combiné : le trafic passe à 4,22 millions de tonnes et ce supplément correspond à des trafics très déséquilibrés et à des produits légers.

8.3 - Influence du chargement de la caisse mobile

Dans cette variante le coefficient de densité de chargement est pris égal à 1, aussi bien pour le transport routier que pour le transport combiné ; les autres paramètres restant inchangés.

L'amélioration de la densité de chargement est favorable au transport combiné.

Par rapport à la solution de référence, il y a trois relations supplémentaires et trois autres dont le trafic est augmenté par transfert de produits légers ; au total le trafic transféré s'élève à 4,37 millions de tonnes, soit 80 % du tonnage techniquement transférable.

CHAPITRE IX

CONCLUSION

9.1 - Les résultats de cette étude quantitative doivent être appréciés avec beaucoup de prudence. Pour des raisons déjà indiquées, cette étude économique ne pouvait être que très grossière.

- Les origines et destinations n'étant connues que par département, le paramètre correspondant à la distance de rabattement terminal a été entièrement négligé et évalué grossièrement en moyenne.
- Les produits n'étant différenciables que par leur position NST, les regroupements de cette classification introduisent un biais important ; on a signalé notamment le cas des véhicules qui ne sont pas conteneurisés et de leurs pièces détachées qui au contraire le sont ; il en est de même plus généralement pour les densités moyennes par catégorie NST.
- Les prix de revient ont été calculés sur des données moyennes ; et en particulier le prix de revient du transport routier a été calculé en supposant respectées les réglementations de vitesse et de durée de conduite, ce qui majore certainement ce coût par rapport à la réalité actuelle.
- La concurrence du fer et du transport combiné a été évaluée en fonction de critères uniquement techniques.
- etc.

9.2 - Quoi qu'il en soit on peut considérer cependant que grossièrement et en moyenne les résultats obtenus donnent une approximation globale du marché potentiel au transport combiné sur l'axe Lyon-Marseille.

On peut considérer que la variante à coefficient 0,8 pour le prix de revient du transport routier correspond à une hypothèse plutôt basse, tandis que la solution de référence correspondrait à une hypothèse plutôt haute, compte tenu de la manière dont a été calculé le prix de revient du transport routier.

On voit dans ces conditions que sur l'ensemble des relations étudiées le marché potentiel du transport combiné se situerait entre 2,25 et 4,1 millions de tonnes, soit entre 15 et 28 % de l'ensemble des trafics initialement retenus (fer R.A. + route) ou entre 5 et 8 fois le trafic NOVATRANS actuel.

La différence entre l'hypothèse basse et l'hypothèse haute correspond essentiellement à la relation courte Lyon-Marseille dont le tonnage a un poids considérable.

- 9.3 - Les tests de sensibilité effectués montrent que sur un plan strictement économique le paramètre essentiel reste la distance.

Le marché potentiel du transport combiné est évidemment très sensible au prix de revient relatif du transport routier, mais cette sensibilité porte essentiellement sur des trafics marginaux qui font apparaître la sensibilité du trafic combiné à certains autres paramètres, notamment :

- la densité : les densités faibles sont défavorables au transport combiné,
- le déséquilibre du trafic, qui est également défavorable au transport combiné,
- les aléas, qui sont toujours défavorables au transport combiné,
- le taux de remplissage : le transport combiné a intérêt à ce que ces taux de remplissage soient les plus élevés possible.

- 9.4 - L'étude a été limitée à une simple comparaison du prix de revient. Elle ne prend donc pas en compte un certain nombre d'éléments plus qualitatifs qui sont pourtant très importants et qui ont fait l'objet d'une autre étude menée en parallèle.

En particulier elle ne tient pas compte des problèmes liés aux circuits de distribution et au groupage.

Elle ne tient pas compte non plus des contraintes administratives, parfois discutables, qui ont été déjà signalées à de nombreuses reprises : il est certainement regrettable que le transport combiné ait été assujetti soit à la réglementation du transport ferroviaire (conteneur), soit à la réglementation du transport routier (remorques, rail-route) sans que son caractère spécifique ait jamais été reconnu, ce qui conduit parfois à des résultats curieux : blocage des licences zone longue pour un transport qui est fait exclusivement par fer, sauf dans les zones de camionnage à chaque extrémité, application de la T.R.O. à un transport dont la structure du prix de revient est totalement différente de celle du transport routier, différence de 2 cm entre les dimensions intérieures du maxicadre C.N.C. et de la caisse mobile routière: NOVATRANS, etc.

LISTE DES ANNEXES

- . Annexe 1 - Liste des relations retenues et tableau des distances ferroviaires, routières et autoroutières.
- . Annexe 2 - Liste des produits retenus et densité par position N.S.T.
- . Annexe 3 - Les trafics techniquement transférables (tonnages par relation)
- . Annexe 4 - Les résultats des variantes.

LISTE DES RELATIONS RETENUES

| RELATIONS | S E N S | | | | DISTANCES | | | |
|-------------------------------------|---------|-------|-----|-------|-----------|-----|-------|--------|
| | Noms | Nord | Sud | Sud | Nord | Fer | Route | Autor. |
| Ain/Bouches du Rhône | | 01-13 | | 13-01 | | 418 | 377 | 386 |
| Ain/Gard | | 01-30 | | 30-01 | | 346 | 302 | 317 |
| Aisne/Bouches du Rhône | | 02-13 | | 13-02 | 1 | 025 | 871 | 909 |
| Alpes Maritimes/Rhône | | 06-69 | | 69-06 | | 576 | 482 | 447 |
| Alpes Maritimes/Paris | | 06-75 | | 75-06 | 1 | 077 | 959 | 905 |
| Bouches du Rhône/Côte d'Or | | 13-21 | | 21-13 | | 548 | 510 | 502 |
| Bouches du Rhône/Jura | | 13-39 | | 39-13 | | 482 | 442 | 415 |
| Bouches du Rhône/Loire | | 13-42 | | 42-13 | | 410 | 338 | 342 |
| Bouches du Rhône/Marne | | 13-51 | | 51-13 | | 855 | 782 | 536 |
| Bouches du Rhône/Meurthe et Moselle | | 13-54 | | 54-13 | | 777 | 714 | 522 |
| Bouches du Rhône/Nord | | 13-59 | | 59-13 | 1 | 131 | 974 | 1.000 |
| Bouches du Rhône/Oise | | 13-60 | | 60-13 | | 956 | 840 | 833 |
| Bouches du Rhône/Pas-de-Calais | | 13-62 | | 62-13 | | 981 | 962 | 1 005 |
| Bouches du Rhône/Rhône | | 13-69 | | 69-13 | | 351 | 316 | 311 |
| Bouches du Rhône/Saône et Loire | | 13-71 | | 71-13 | | 481 | 441 | 438 |
| Bouches du Rhône/Paris | | 13-75 | | 75-13 | | 852 | 793 | 769 |
| Bouches du Rhône/Seine Maritime | | 13-76 | | 76-13 | | 995 | 904 | 893 |
| Bouches du Rhône/Seine et Marne | | 13-77 | | 77-13 | | 784 | 725 | 746 |
| Côte d'Or/Vaucluse | | 21-84 | | 84-21 | | 427 | 424 | 419 |
| Drôme/Paris | | 26-75 | | - | | 606 | 578 | 554 |
| Gard/Saône-et-Loire | | 30-71 | | 71-30 | | 409 | 366 | 369 |
| Gard/Paris | | 30-75 | | 75-30 | | 780 | 718 | 700 |
| Hérault/Rhône | | 34-69 | | 69-34 | | 329 | 294 | 296 |
| Hérault/Paris | | 34-75 | | 75-34 | | 830 | 770 | 754 |
| Nord/Vaucluse | | 59-84 | | 84-59 | 1 | 010 | 888 | 907 |
| Pyrénées Orientales/Rhône | | 66-69 | | 69-66 | | 489 | 454 | 384 |
| Pyrénées Orientales/Paris | | 66-75 | | 75-66 | | 915 | 896 | 896 |
| Saône-et-Loire/Vaucluse | | 71-84 | | 84-71 | | 360 | 355 | 345 |
| Paris/Var | | 75-83 | | 83-75 | | 919 | 851 | 833 |
| Paris/Vaucluse | | 75-84 | | 84-75 | | 731 | 707 | 676 |
| Bas rhin/Bouches du Rhône | | 67-13 | | 13-67 | | 746 | 765 | 459 |
| Bas Rhin/Hérault | | 67-34 | | 34-67 | | 817 | 751 | 296 |

LISTE DES PRODUITS RETENUS
ET DENSITE PAR POSITION N.S.T.

| POSITION NST | D E S I G N A T I O N | DENSITE |
|-----------------|--|---------|
| 011 | froment, épeautre, méteil | 0,70 |
| 016 | riz | 0,70 |
| 019 | autres céréales non dénommées | 0,66 |
| 020 | pommes de terre | 0,70 |
| 031 | agrumes | 0,40 |
| 035 | autres fruits et noix, frais | 0,40 |
| 039 | autres légumes frais, congelés | 0,33 |
| 042 | Coton | 0,42 |
| 043 | fibres textiles artificielles ou synthétiques | 0,45 |
| 049 | chiffons, déchets de textiles | 0,42 |
| 052 | bois de mines | 0,75 |
| 056 | traverses en bois pour voies ferrées et autres, équarris ou sciés | 0,73 |
| 092 | caoutchouc nature et synthétique brut ou régénéré | 0,61 |
| 099 | Mat.prem.et autres produits bruts non comestibles d'origine animale ou végétale n.d.a | 0,73 |
| 111 | sucre brut | 0,85 |
| 112 | sucre raffiné | 0,82 |
| 121 | vins, moûts de raisin | 0,94 |
| 122 | bières | 0,64 |
| 125 | autres boissons alcoolisées | 0,79 |
| 128 | boissons non alcoolisées | 0,60 |
| 131 | café | 0,66 |
| 132 | cacao et chocolat | 0,48 |
| 133 | thé, maté, épices | 0,39 |
| 134 | tabacs bruts et déchets | 0,30 |
| 136 | glucose, dextrose, autres sucres, confiserie, sucreries, miel | 1,19 |
| 139 | préparations alimentaires, n.d.a | 0,50 |
| 141 | viande fraîche, réfrigérée ou congelée | 0,41 |
| 142 | poissons, crustacés, mollusques frais, congelés, séchés, salés, fumés | 0,49 |
| 143 | lait frais et crème fraîche | 0,76 |
| 144 | beurre, fromages, autres produits laitiers | 0,63 |
| 145 | margarine, saindoux, graisses alimentaires | 0,57 |
| 147 | viande séchée, salée fumée, préparations et conserves de viande | 0,32 |
| 161 | farines, semoules, gruaux de céréales | 0,91 |
| 162 | malt | 0,70 |
| 163 | autres produits à base de céréales | 0,38 |
| 164 | fruits séchés ou déshydratés, préparations et conserves de fruits | 0,52 |
| 165 | légumes secs | 0,70 |
| 167 | houblon | 0,30 |
| 171 | paille, foin, balles de céréales | 0,30 |
| 172 | tourteaux et résidus de l'extraction des huiles végétales | 0,66 |
| 179 | sons et issues, autres nourritures pour animaux n.d.a. déchets des industries alimentaires | 0,73 |
| 181 | graines oléagineuses, noix, amandes oléagineuses | 0,70 |
| 182 | huiles et graisses d'origine animale ou végétale et produits dérivés | 0,62 |
| 323 | pétrole lampant, kérosène, carburacteur, white spirit | 0,76 |
| 325 | gas-oil, fuel-oils légers et domestiques | 0,80 |
| 330 | hydrocarbures énergétiques : gazeux, liquéfiés ou comprimés | 0,52 |
| 341 | huiles et graisses lubrifiantes | 0,87 |
| 462 | ferrailles pour la refonte | 0,80 |

| POSITION NST | DESIGNATION | DENSITE |
|-----------------|--|---------|
| 512 | fonte brute, fonte Spiegel et ferro manganèse carburé | 1,64 |
| 513 | ferro-alliages, sauf ferro manganèse carburé | 1,30 |
| 532 | aciers laminés ou profilés à chaud | 1,25 |
| 535 | fil machine | 1,40 |
| 536 | fil de fer ou fil d'acier | 0,80 |
| 542 | tôles d'aciers laminées en feuilles ou en rouleaux larges plats | 1,37 |
| 543 | autres tôles d'acier (non CECA) | 0,79 |
| 545 | feuillards et bandes en acier, fer blanc | 0,87 |
| 546 | autres feuillards et bandes en acier (non CECA) | 0,76 |
| 551 | tubes, tuyaux et accessoires | 0,92 |
| 552 | moulages et pièces de forge de fer ou d'acier | 0,77 |
| 561 | cuivre et ses alliages, bruts | 0,80 |
| 562 | aluminium et ses alliages, bruts | 0,75 |
| 563 | plomb et ses alliages, bruts | 1,30 |
| 565 | autres métaux non ferreux et leur alliages, bruts | 1,05 |
| 568 | produits finis et semi-finis de métaux non ferreux, sauf articles manufacturés | 0,74 |
| 639 | autres minéraux bruts | 1,06 |
| 641 | ciments | 1,85 |
| 650 | plâtre | 0,90 |
| 691 | agglomérés ponceux, pièces en béton et ciment ou similaire | 0,61 |
| 692 | briques, tuiles et autres matériaux de construction en argile et matériaux de construction réfractaires | 1,12 |
| 719 | autres engrais naturels | 0,80 |
| 729 | engrais composés et autres engrais manufacturés | 1,20 |
| 813 | carbonate de sodium | 1,20 |
| 819 | autres produits chimiques de base | 0,91 |
| 841 | pâte à papier, cellulose | 0,95 |
| 842 | déchets de papiers, vieux papiers | 0,70 |
| 891 | matières plastiques brutes | 0,60 |
| 892 | produits pour teinture, tonnage et colorants | 0,54 |
| 893 | produits médicaux et pharmaceutiques, parfumerie, produits d'entretien | 0,54 |
| 894 | explosifs manufacturés, pyrotechnie, munitions de chasse et de sport | 0,50 |
| 895 | amidons, féculés, gluten | 0,56 |
| 896 | matières et produits chimiques divers | 0,83 |
| 831 | machines, appareillages, moteurs électriques et pièces | 0,36 |
| 939 | autres machines, appareillages, moteurs non électriques et pièces | 0,60 |
| 941 | éléments de construction finis et constructions en métal | 0,75 |
| 949 | autres articles manufacturés en métal | 0,51 |
| 952 | verrerie, poterie et autres articles minéraux manufacturés | 0,37 |
| 962 | fil, tissus, articles textiles et produits connexes | 0,33 |
| 963 | articles de voyage, vêtements, bonneterie, chaussures | 0,29 |
| 971 | demi-produits et articles manufacturés en caoutchouc | 0,40 |
| 972 | papiers, cartons bruts | 0,52 |
| 973 | articles manufacturés en papiers et carton | 0,36 |
| 974 | imprimés | 0,65 |
| 975 | meubles et articles d'ameublement neufs | 0,33 |
| 976 | articles manufacturés en bois et en liège, sauf meubles | 0,32 |
| 979 | articles manufacturés n/d | 0,19 |
| 991 | emballages usagés | 0,26 |
| 992 | matériel d'entreprise de construction, voitures et matériel de cirque, usagés | 0,73 |
| 993 | meubles de déménagement | 0,30 |
| 998 | marchandises expédiées en groupage messagerie | 0,40 |

REPARTITION DES TRAFICS TECHNIQUEMENT TRANSFERABLES

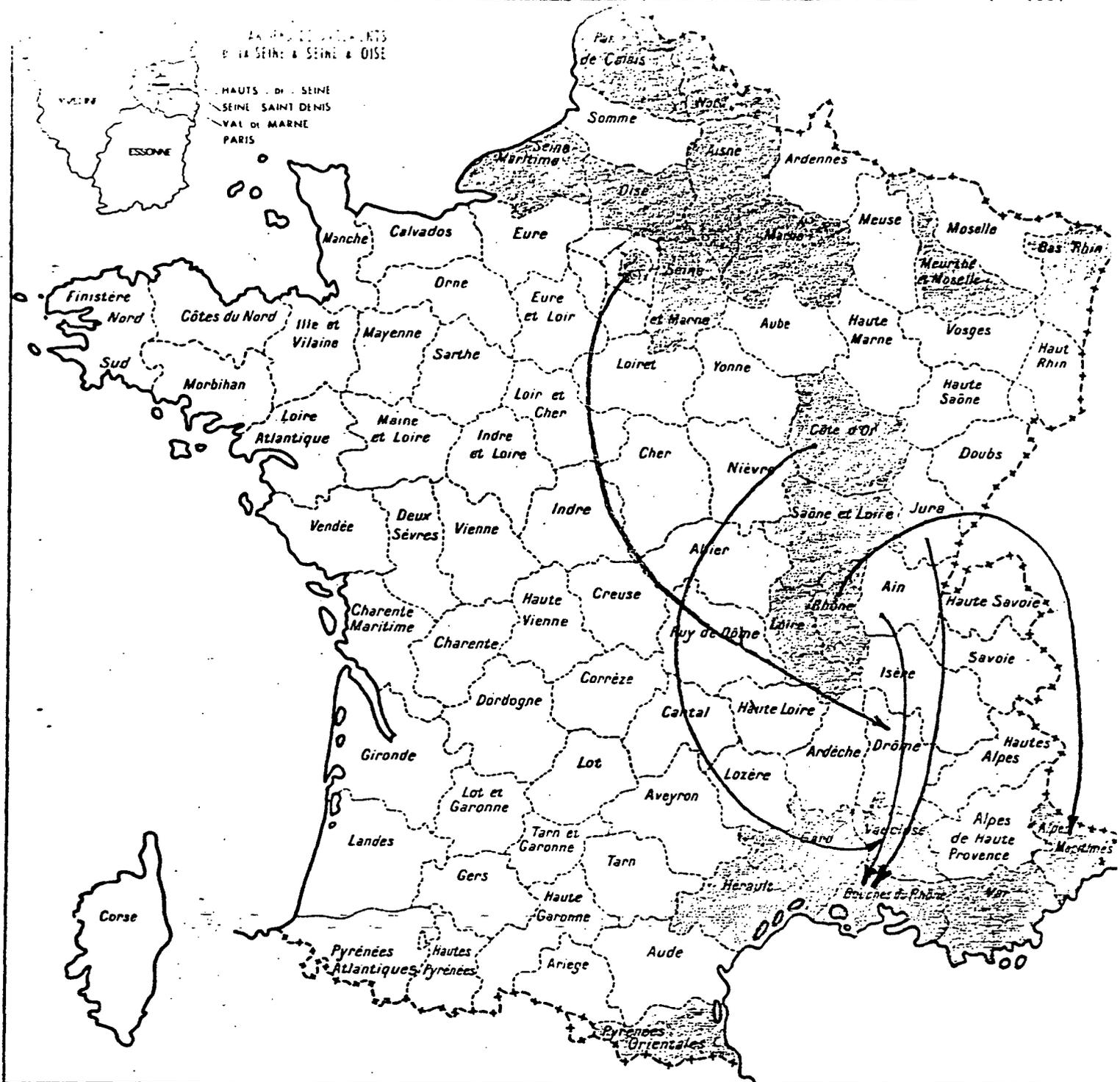
| RELATIONS | TRAFIC NORD-SUD | | | | | TRAFIC SUD-NORD | | | | | TOTAL GENERAL | DESEQUILIBRE NS (NS + SN) |
|-----------|-----------------|--------------|------------------------|------------|------------------------|-----------------|--------------|------------------------|------------|------------------------|---------------|---------------------------------|
| | ROUTE PRIVE | ROUTE PUBLIC | RA gare à gare +NOVAT. | NOVA-TRANS | TOTAL y compris NOVAT. | ROUTE PRIVE | ROUTE PUBLIC | RA gare à gare +NOVAT. | NOVA-TRANS | TOTAL y compris NOVAT. | | |
| 1-13 | 23721 | 21976 | 37 | - | 45734 | 1939 | 32961 | 0 | 0 | 34900 | 80634 | 0,57 |
| 1-30 | 15760 | 12412 | 0 | 0 | 28172 | 10700 | 31346 | 0 | 0 | 42046 | 70218 | 0,4 |
| 2-13 | 13607 | 57281 | 159 | 0 | 71047 | 4360 | 3056 | 739 | 0 | 8154 | 79201 | 0,89 |
| 75-6 | 16461 | 26836 | 21810 | 16160 | 65107 | 1958 | 15749 | 20736 | 15225 | 38443 | 103550 | 0,63 |
| 69-6 | 13309 | 34502 | 3530 | 100 | 51349 | 4220 | 17455 | 1159 | 0 | 22834 | 74175 | 0,69 |
| 21-13 | 9809 | 16123 | 148 | 0 | 26080 | 11460 | 14929 | 787 | 0 | 27176 | 53256 | 0,49 |
| 39-13 | 0 | 20552 | 0 | 0 | 20552 | 0 | 51224 | 509 | 0 | 51733 | 72285 | 0,28 |
| 42-13 | 53434 | 66880 | 0 | 0 | 120314 | 17956 | 57172 | 0 | 0 | 75128 | 195442 | 0,61 |
| 51-13 | 21224 | 33040 | 630 | 0 | 54897 | 0 | 28550 | 243 | 0 | 28793 | 83690 | 0,65 |
| 54-13 | 6120 | 35683 | 0 | 0 | 41980 | 11982 | 871 | 855 | 0 | 13709 | 55689 | 0,76 |
| 59-13 | 6057 | 47911 | 1657 | 0 | 55625 | 14636 | 73402 | 8733 | 8432 | 96771 | 152396 | 0,36 |
| 60-13 | 7656 | 42459 | 0 | 0 | 50115 | 16849 | 13869 | 0 | 0 | 30718 | 80833 | 0,62 |
| 75-13 | 19416 | 224591 | 130252 | 110297 | 374259 | 47887 | 256942 | 99799 | 90736 | 404627 | 778896 | 0,48 |
| 62-13 | 0 | 38791 | 0 | 0 | 38791 | 263 | 16853 | 381 | 0 | 30718 | 80833 | 0,69 |
| 69-13 | 107017 | 350139 | 3313 | 622 | 460469 | 213929 | 384575 | 2444 | 1057 | 600948 | 1061417 | 0,43 |
| 71-13 | 11029 | 108896 | 10 | 0 | 119935 | 62720 | 82847 | 513 | 0 | 146080 | 266015 | 0,45 |
| 76-13 | 18997 | 95288 | 3463 | 0 | 117748 | 4830 | 40223 | 202 | 0 | 45254 | 163002 | 0,72 |
| 77-13 | 4501 | 26683 | 142 | 0 | 31026 | 5872 | 20086 | 0 | 0 | 25958 | 56984 | 0,55 |
| 21-84 | 0 | 16440 | 50 | 0 | 16490 | 14295 | 26993 | 0 | 0 | 41288 | 57778 | 0,28 |
| 75-26 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 20011 | 76232 | 2229 | 0 | 98471 | 98471 | 0 |
| 75-30 | 3290 | 47505 | 996 | 0 | 51791 | 25298 | 75201 | 2350 | 0 | 102849 | 154640 | 0,33 |
| 71-30 | 2053 | 34414 | 0 | 0 | 36467 | 38864 | 18611 | 0 | 0 | 57475 | 93942 | 0,38 |
| 69-34 | 16907 | 19835 | 26 | 0 | 36762 | 7916 | 34926 | 1253 | 170 | 44095 | 80863 | 0,45 |
| 59-84 | 0 | 29699 | 39 | 0 | 29738 | 15193 | 40233 | 5780 | 5115 | 61206 | 90943 | 0,32 |
| 75-83 | 11281 | 19218 | 2151 | 1175 | 32650 | 28698 | 39614 | 4696 | 747 | 73008 | 105658 | 0,30 |
| 75-84 | 2225 | 81161 | 12144 | 118325 | 204833 | 20228 | 190692 | 113276 | 93219 | 324197 | 529030 | 0,38 |
| 75-66 | 1720 | 10061 | 2060 | 1447 | 13841 | 3380 | 70682 | 100458 | 3525 | 174530 | 188371 | 0,07 |
| 69-66 | 2071 | 9276 | 280 | 85 | 11627 | 3738 | 37843 | 1106 | 925 | 42687 | 54314 | 0,21 |
| 71-84 | 5279 | 18692 | 40 | 0 | 24011 | 5260 | 31672 | 0 | 0 | 36932 | 60943 | 0,4 |
| 75-34 | 26712 | 30153 | 4458 | 2206 | 61333 | 26268 | 44569 | 7058 | 2557 | 77895 | 139228 | 0,44 |
| 67-34 | 13884 | 14000 | 638 | 131 | 28523 | 2717 | 21309 | 289 | 0 | 24315 | 52838 | 0,53 |
| 67-13 | 19800 | 60953 | 8192 | 1195 | 88945 | 2842 | 27300 | 5717 | 848 | 35859 | 124804 | 0,71 |
| TOTAL | 453340 | 1651151 | 305720 | 251744 | 2410211 | 707487 | 1917360 | 381667 | 222556 | 3006514 | 5416725 | 0,44 |

32 RELATIONS DONT 1 A SIMPLE SENS

| | |
|---|------|
| Tonnage caisse mobile | 25 |
| Coeff. de densité de chargement. | 0,75 |
| Coeff. de dimensionnement des trains blocs | 1 |
| Coeff. de sécurité des caisses vides / chargées | 0,1 |
| Coeff. multiplicateur du coût de T.R. | 1,1 |

Incidence d'une augmentation des coûts du transport routier

| | Trafic | Trafic par sens NS - SN | Distance par relation fer route | Coeff. de densité NS (NS+SN) | Distance moyenne 1/fer + 2 route | Solut. de réf. | Résul. | Trafic perçu gagné par la sol. |
|---------|----------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|----------------|--------|-----------------------------------|
| 1 - 13 | 80 634 | 45 734 34 900 | 418 377 | 0,58 | 398 | 0 | 1 | + 80 634 |
| 1 - 30 | 0 | | 346 302 | | 324 | 0 | | |
| 2 - 13 | 79 042 | 70 888 8 154 | 1 025 871 | 0,88 | 948 | 1 | | |
| 75 - 6 | 66 515 | 43 297 23 218 | 1 077 959 | 0,65 | 1 018 | 1 | | |
| 69 - 6 | 70 645 | 47 811 22 834 | 576 482 | 0,67 | 529 | 0 | 1 | + 70 645 |
| 21 - 13 | 53 108 | 25 932 27 176 | 548 510 | 0,47 | 529 | 1 | | + 2 268 |
| 39 - 13 | 55 929 | 20 552 35 377 | 482 442 | 0,35 | 462 | 0 | 1 | + 55 929 |
| 42 - 13 | 195 442 | 120 314 75 128 | 410 338 | 0,61 | 374 | 1 | | + 55 157 |
| 51 - 13 | 74 969 | 46 176 28 793 | 855 782 | 0,61 | 818 | 1 | | |
| 54 - 13 | 54 919 | 41 803 13 116 | 777 714 | 0,74 | 746 | 1 | | |
| 59 - 13 | 142 307 | | 1 131 974 | 0,37 | 1 053 | 1 | | |
| 60 - 13 | 80 833 | | 956 840 | 0,62 | 898 | 1 | | |
| 75 - 13 | 535 926 | | 852 793 | 0,45 | 823 | 1 | | |
| 62 - 13 | 56 188 | | 981 962 | 0,67 | 972 | 1 | | |
| 69 - 13 | 1056 495 | | 351 316 | 0,43 | 333 | 1 | | |
| 71 - 13 | 258 815 | | 481 441 | 0,46 | 461 | 1 | | |
| 76 - 13 | 159 539 | | 995 904 | 0,71 | 950 | 1 | | |
| 77 - 13 | 56 842 | | 784 725 | 0,53 | 755 | 1 | | |
| 21 - 84 | 54 352 | 16 440 37 912 | 427 424 | 0,30 | 426 | 0 | 1 | + 54 352 |
| 75 - 26 | 81 663 | 0 81 663 | 606 578 | 0 | 592 | 0 | 1 | + 81 663 |
| 75 - 30 | 1153 315 | | 780 718 | 0,32 | 749 | 1 | | |
| 71 - 30 | 91 357 | 36 467 54 890 | 409 366 | 0,39 | 388 | 1 | | + 7 379 |
| 69 - 34 | 80 667 | 36 742 43 925 | 329 294 | 0,45 | 312 | 1 | | + 4 205 |
| 59 - 84 | 85 276 | | 1 010 888 | 0,34 | 949 | 1 | | |
| 75 - 83 | 102 760 | | 919 851 | 0,29 | 885 | 1 | | |
| 75 - 84 | 314 182 | | 731 707 | 0,26 | 719 | 1 | | |
| 75 - 66 | 178 086 | | 915 896 | 0,06 | 906 | 1 | | |
| 69 - 66 | 0 | | 489 454 | | 472 | 0 | | |
| 67 - 13 | 97 044 | 72 401 24 643 | 746 765 | | 756 | 1 | | |
| 71 - 84 | 0 | | 360 355 | | 352 | 0 | | |
| 75 - 34 | 132 203 | | 830 770 | 0,42 | 800 | 1 | | |
| 67 - 34 | 52 200 | | 817 751 | 0,51 | 784 | 1 | | |
| TOTAL | 4501 253 | | | | | | | |



RELATIONS NOUVELLES JUSTICIALES DU TRANSPORT COMBINE RAMBO Paris - 304 C

Tonnage caisse mobile : 25 T.

Coefficient de densité de chargement : 0,75

Coefficient de dimensionnement des trains blocs : K4 : 1

Coefficient de sécurité des caisses vides / caisses pleines : K2S : 0,1

Coefficient de pondération du coût du transport routier : 1,1

Relations justiciables du transport combiné : →



RAMBO Paris- 304 t

Tonnage caisse mobile : 25 T.

Coefficient de densité de chargement : 0,75

Coefficient de dimensionnement des trains blocs : K4 : 1

Coefficient de sécurité des caisses vides / caisses pleines : K2S : 0,1

Coefficient de pondération du coût du transport routier : 0,8

Relations non justiciables du transport routier ➡



RAMBO Paris - 304 D

INFLUENCE DES ALEAS SUR LE TRAFIC

Tonnage caisse mobile : 25 T.

Coefficient de densité de chargement : 0,75

Coefficient de dimensionnement des trains blocs : K4 : 1

Coefficient de sécurité des caisses vides / caisses pleines : K2S : 0

Coefficient de pondération du coût du transport routier : 1

Relations justiciables du transport combiné : →

| | |
|---|-----|
| Tonnage caisse mobile | 25 |
| Coeff. de densité de chargement. | 1 |
| Coeff. de dimensionnement des trains blocs | 1 |
| Coeff. de sécurité des caisses vides / chargées | 0,1 |
| Coeff. multiplicateur du coût de T.R. | 1 |

Influence de la densité sur les trafics

| | Trafic | Trafic par sens NS - SN | Distance par relation fer route | Coeff. de dseq. NS (NS+SN) | Distance moyenne l/fer + 2 route | Solut. de réf. | Résul. | Trafic gagné par à la sol. réf. |
|---------|----------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|--------|---------------------------------|
| 1 - 13 | 80 634 | 45 734 34 900 | 418 377 | 0,57 | 398 | 0 | 1 | + 80 634 |
| 1 - 30 | 0 | - | 346 302 | - | 324 | 0 | | |
| 2 - 13 | 79 042 | réf. de DF sol | 1 025 871 | 0,88 | 948 | 1 | | |
| 75 - 6 | 66 515 | réf. de DF sol | 1 077 959 | 0,65 | 1 018 | 1 | | |
| 69 - 6 | 66 673 | 45 119 21 554 | 576 482 | 0,68 | 529 | 0 | 1 | + 66 673 |
| 21 - 13 | 53 108 | 25 932 27 176 | 548 510 | 0,49 | 529 | 1 | | + 2 268 |
| 39 - 13 | 0 | - | 482 442 | - | 462 | 0 | | |
| 42 - 13 | 190 420 | 119 911 70 509 | 410 338 | 0,62 | 374 | 1 | | + 50 135 |
| 51 - 13 | 74 969 | | 855 782 | 0,61 | 818 | 1 | | |
| 54 - 13 | 54 919 | | 777 714 | 0,74 | 746 | 1 | | |
| 59 - 13 | 142 307 | DF sol de réf. | 1 131 974 | -0,37 | 1 053 | 1 | | |
| 60 - 13 | 80 833 | DF sol de réf. | 956 840 | 0,62 | 898 | 1 | | |
| 75 - 13 | 535 926 | DF sol de réf. | 852 793 | 0,45 | 823 | 1 | | |
| 62 - 13 | 56 188 | | 981 962 | 0,67 | 972 | 1 | | |
| 69 - 13 | 1056 495 | | 351 316 | 0,43 | 333 | 1 | | |
| 71 - 13 | 258 815 | | 481 441 | 0,46 | 461 | 1 | | |
| 76 - 13 | 159 539 | | 995 904 | 0,71 | 950 | 1 | | |
| 77 - 13 | 56 842 | | 784 725 | 0,53 | 755 | 1 | | |
| 21 - 84 | 0 | - | 427 424 | | 426 | 0 | | |
| 75 - 26 | 81 663 | 0 81 663 | 606 578 | 0 | 592 | 0 | 1 | + 81 663 |
| 75 - 30 | 153 315 | | 780 718 | 0,32 | 749 | 1 | | |
| 71 - 30 | 86 743 | 36 467 50 276 | 409 366 | 0,41 | 388 | 1 | | + 2 765 |
| 69 - 34 | 78 574 | 36 131 42 443 | 329 294 | 0,46 | 312 | 1 | | + 2 112 |
| 59 - 84 | 85 276 | DF sol | 1 010 888 | 0,34 | 949 | 1 | | |
| 75 - 83 | 102 760 | DF sol de réf. | 919 851 | 0,29 | 885 | 1 | | |
| 75 - 84 | 314 182 | | 731 707 | 0,26 | 719 | 1 | | |
| 75 - 66 | 178 086 | | 915 896 | 0,06 | 906 | 1 | | |
| 69 - 66 | 0 | | 489 454 | - | 472 | 0 | | |
| 67 - 13 | 97 044 | 72 401 24 643 | 746 765 | 0,74 | 756 | 1 | | |
| 71 - 84 | 0 | | 360 355 | - | 352 | 0 | | |
| 75 - 34 | 132 203 | | 830 770 | 0,42 | 800 | 1 | | |
| 67 - 34 | 52 200 | | 817 751 | 0,51 | 784 | 1 | | |
| TOTAL | 4375 271 | | | | | | | |



RAMBO Paris- 304 0

INFLUENCE DE LA CHARGE TRANSPORTEE PAR CAISSE MOBILE

- Tonnage caisse mobile : 25
- Coefficient de densité de chargement : 1
- Coefficient de dimensionnement des trains blocs : K4 : 1
- Coefficient de sécurité des caisses vides / caisses pleines : K2S : 0,1
- Coefficient de pondération du coût du transport routier : 1
- Relations justiciables du transport combiné : →