

Etude de l'amélioration de la liaison St. Etienne - Lyon

Note 4

Analyse des coûts
et évaluation des scénarios

METRAM

L.E.T.

ITEP

Novembre 1991

Note 4

Analyse des coûts et évaluation des scénarios

Cette étude a été réalisée grâce à la mise en place d'une équipe pluridisciplinaire associant différentes compétences techniques et mettant ainsi en collaboration :

- l'ITEP pour la sélection des scénarios à évaluer et l'étude de faisabilité des concepts d'offre (MM. EMERY, HASCHMAN, RIVIER, TZIEROPOULOS,),
- le LET pour la modélisation et l'évaluation de la demande ferroviaire (MM. BOUET, DUMON, J.L. ROUTHIER),
- et la société METRAM pour la définition des variantes de tracé, l'évaluation des coûts d'investissement et du bilan financier et socio-économique des scénarios (, Y. BUISSON, V. GASCON, E. LUCA, B. POINSEaux, S. THIBAUD,).

SOMMAIRE

- I - COUT D'INVESTISSEMENT TOTAL ET PAR TRONCON (hors matériel roulant)

- II - COUT D'INVESTISSEMENT ET D'EXPLOITATION DU PENDOLINO

- III - SELECTION DES SCENARIOS A EVALUER

- IV - COUT D'INVESTISSEMENT PAR SCENARIO

- V - DEFINITION ET FAISABILITE DES CONCEPTS D'OFFRE

- VI - SIMULATION DE LA DEMANDE

- VII - BILAN FINANCIER ET SOCIO-ECONOMIQUE

- VIII - SYNTHESE GENERALE

CHAPITRE I

**COÛT D' INVESTISSEMENT TOTAL
ET PAR TRONÇON
(hors matériel roulant)**

I - COUT D'INVESTISSEMENT GLOBAL ET PAR TRONCON

I.1- Généralités sur les coûts d'investissement

La liaison LYON/SAINT-ETIENNE comporte trois secteurs caractéristiques :

- LYON /TERNAY - rive gauche (19 km)
vitesse maximum autorisée : 150 km/h
- TERNAY/GIVORS VILLE (4 km)
vitesse maximum autorisée : 90 km/h
- GIVORS VILLE /SAINT-ETIENNE (36 km)
vitesse maximum autorisée : 110 km/h

La première section ne fait pas l'objet de modification ; compte tenu du contexte géographique urbanisé et industriel, aucune amélioration notable n'est envisageable.

La seconde section pénalisée, par l'interconnexion de toutes les voies Nord-Sud avec les voies de SAINT ETIENNE et par la présence de nombreux rayons à faibles courbures peut bénéficier d'améliorations très sensibles grâce à un nouveau tracé.

La troisième section fait l'objet de trois variantes de tracé entre GIVORS VILLE et TERRENOIRE par lissage des rayons minimaux :

- variante 1 (V 1) vitesse de base : 140 km/h - rayon minimum : 750 m,
- variante 2 (V 2) vitesse de base : 160 km/h - rayon minimum : 1000 m
- variante 3 (V 3) vitesse de base : 200 km/h - rayon minimum : 1500 m.

La partie TERRENOIRE/CHATEAUCREUX, plus difficile à reprendre, fait l'objet d'une option.

Les études de tracés sont réalisées l'échelle 1/10000.

Les coûts d'investissements sont exprimés hors taxes valeur septembre 1991. Ils sont décomposés en six postes :

- infrastructures,
- voie ferrée,
- énergie et ligne aérienne,
- signalisation,
- acquisitions foncières,
- pertes d'exploitation pendant les travaux.

Ces coûts s'entendent frais d'études inclus. Les coûts de matériel roulant sont évalués indépendamment.

I.2 - Infrastructures

Le coût des infrastructures comprend le coût de réalisation de la plateforme finie, des ouvrages d'art nécessaires et du drainage. Les sections en déblais-remblais ont été limitées à de faibles hauteurs (maximum 10 m). Au delà, le projet est conçu en viaduc. L'estimation a été établie sur la base des prix suivants :

- déblais : 60 F/m³,
- remblais : 90 F/m³,
- ouvrages d'art : 13 000 F/m²,
- tunnels : 250 000 F/ml.

Les coûts liés au phasage des travaux pour maintien d'exploitation sont considérés négligeables par la SNCF par rapport au montant total de l'investissement.

I.2.1 - De TERNAY à GIVORS VILLE

Le projet comporte la réalisation d'une nouvelle ligne de 3 km pour franchir le RHONE à 200 km/h. Du débranchement de la ligne LYON/MARSEILLE au raccordement à la ligne de SAINT-ETIENNE, avant GIVORS VILLE, il comporte :

- le franchissement des voies SNCF en souterrain monovoie, solution préférable car probablement réalisable au tunnelier,
- la déviation du CD12 ainsi que des voiries attenantes,
- le passage sous le CD 12 en pont-routier,
- le passage sous les voies existantes et sous A 47 en tunnel étanche,
- le franchissement du RHONE et l'entrée dans GIVORS en ouvrage d'art,
- le passage sous les voies ferrées de GIVORS GREZAN.

L'accès à la gare de GIVORS Canal est maintenu par l'itinéraire actuel.

Le coût de ce tronçon est estimé à 350 MF. Cet aménagement ne fait pas l'objet de variante.

I.2.2 - De GIVORS Ville à TERRENOIRE

Les tracés proposés consistent tous à lisser le tracé.

Une ligne entièrement nouvelle dans la vallée entraînerait la restructuration de trop nombreux sites urbains. Avec un tracé en dehors de la vallée, les rampes nécessaires et l'allongement inéluctable de la ligne irait à l'encontre de l'augmentation de la vitesse. Ces deux solutions sont donc écartées.

I.2.2.1 - De GIVORS à RIVE DE GIER

Sur ce tronçon très accidenté se concentre la quasi-totalité des ouvrages souterrains actuels ou projetés.

La variante 1 "colle" au tracé existant. Elle est estimée à 290 MF.

La variante 2 s'écarte davantage du tracé existant. Une partie s'avère réalisable en viaduc. L'aménagement est estimé à 660 MF.

La variante 3 impose une importante pénétration dans le relief. Elle est estimée à 1210 MF.

Les gares de SAINT ROMAIN EN GIER (abri) et de COUZON sont à reprendre dans les variantes 2 et 3 au moins.

Aucune infrastructure nouvelle n'a été estimée dans la gare de RIVE DE GIER pour créer des voies d'évitement latérales, considérant que les voies existantes peuvent en tenir lieu.

La dénivellation des passages à niveau subsistants n'a pas fait l'objet d'étude dans le cadre de ce projet.

1.2.2.2 - De RIVE DE GIER à SAINT CHAMOND

Les travaux sont plus classiques, sans ouvrages souterrains. Cette section comporte essentiellement des ouvrages en déblais-remblais et quelques viaducs.

La variante 1 "colle" au tracé existant. Elle est estimée à 70 MF.

Les variantes 2 et 3 touchent sensiblement des zones urbaines.

La variante 2 est estimée à 360 MF.

La variante 3 qui permet davantage de sections en déblais-remblais et un peu moins de viaducs est estimée à 320 MF.

La gare de GRAND CROIX est à reprendre au moins dans les variantes 2 et 3.

1.2.2.3 - De SAINT CHAMOND à TERRENOIRE

Il s'agit de la section la moins onéreuse. Elle comporte peu d'ouvrages d'art et un excédent de déblais sur les remblais. Toutes les variantes touchent des zones urbanisées, en particulier à SAINT CHAMOND.

La variante 1 est estimée à 60 MF.

La variante 2 nécessite davantage de viaducs. Elle est estimée à 370 MF.

La variante 3 qui comporte un lissage plus tendu et un tracé plus à l'écart sur une plus grande longueur permet de diminuer le nombre des viaducs au profit des sections en déblais-remblais. Elle est estimée à 160 MF.

I.2.3 - De TERRENOIRE à SAINT ETIENNE

La reprise de ce tronçon s'avérant assez difficile et onéreuse, elle est présentée en option.

Par souci d'économie, seule une partie du trajet est prévue en souterrain mais le contexte très urbanisé pourrait justifier un projet entièrement en souterrain.

Cette option est compatible avec une vitesse de 200 km/h. Elle ne fait pas l'objet de variante.

Son coût est estimé à 360 MF.

I.3 - Voie ferrée

Etant donné l'état actuel de la ligne, les modifications d'infrastructures envisagées et les nouvelles exigences techniques imposées par des vitesses élevées, il s'avère nécessaire de réaliser une voie entièrement nouvelle de CHASSE SUR RHONE à SAINT ETIENNE.

La voie nouvelle est constituée de deux rails UIC 60 (résistance 90 A) qui reposent sur des traverses WAX U 41 NAT équipées d'une semelle de 9 mm et d'attaches Nabla.

L'ensemble prend appui sur un ballast 25/50 granitique type SNCF.

Le pas de travellage est de 60 cm.

En courbe, la voie est mise en dévers pour compenser l'accélération transversale et pour atteindre les objectifs d'exploitation fixés. Le dévers maximum atteint 150 mm. L'insuffisance de dévers acceptée ne dépasse pas 140 mm.

Le remplacement de la voie ancienne par la voie nouvelle se fait par tronçon avec des raccordements et basculages successifs de voies pour maintenir des possibilités d'exploitation pendant les travaux.

Le prix d'aménagement de la voie double est estimé à 720 MF/ml. Il en résulte un coût global de la ligne de TERNAY à TERRENOIRE compris entre 240 MF et 250 MF et un coût pour l'option TERRENOIRE/SAINT ETIENNE de 30 MF. Les coûts varient peu d'une variante à l'autre, les longueurs de ligne n'étant pas très sensiblement différentes.

I.4 - Energie et ligne aérienne

Energie

Sur le tronçon LYON/GIVORS, la charge supplémentaire due à une augmentation de la fréquence de desserte LYON/SAINT ETIENNE est insignifiante par rapport à la charge totale de ce tronçon. Ce tronçon n'est donc pas modifié.

Sur le tronçon GIVORS/SAINT ETIENNE, cette charge supplémentaire peut être assurée par les deux sous-stations existantes, mais en cas de défaillance ou d'entretien d'une de ces sous-stations, le trafic doit être modulé, une seule sous-station ne suffit pas.

Pour fiabiliser l'alimentation de ce tronçon, une nouvelle sous-station est prévue dans la région de SAINT ETIENNE ; celle-ci permettra d'assurer un trafic normal en toute circonstance.

Ligne aérienne

La ligne aérienne 1500 V  est une caténaire renforcée 1000 mm².

Elle est composée :

- d'un feeder,
- d'un porteur principal,
- d'un porteur auxiliaire,
- de deux fils de contact.

La ligne restant en exploitation, les travaux d'installation et de raccordement devront se faire de nuit. Compte tenu de l'importance des travaux, il sera nécessaire d'aménager un parc de stockage.

Déplacement de câbles

Les câbles de puissance et de commande contrôlant des sous-stations et postes de mise en parallèle devront être déplacés de la voie existante pour être réinstallés le long de la nouvelle voie au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Coût d'investissement

Etabli sur la base des prix bordereaux SNCF, il s'élève à 155 MF pour les quatre tronçons considérés et 15 MF pour l'option TERRENOIRE/CHATEAUCREUX.

I.5 - Signalisation

Cette étude repose sur l'hypothèse que la SNCF aura changé le type de circuit de voie (CDV) d'ici fin 1994 afin d'assurer la compatibilité avec les motrices disposant de hâcheurs de traction. Le financement de cette opération est aujourd'hui décidé.

Les équipements estimés sont les suivants :

- les équipements identifiés sur les sections dont le tracé est modifié,
- les équipements correspondant aux passages à niveau dans les variantes 1 et 2.
- la reprise du poste de manoeuvre de GRAND CROIX pour les variantes 2 et 3.

L'estimation des travaux se décompose de la manière suivante :

Tronçons	Variante 1 en MF	Variante 2 en MF	Variante 3 en MF
TERNAY/GIVORS	30	30	30
GIVORS/RIVE DE GIER	35	51	31
RIVE DE GIER/SAINT CHAMOND	20	54	58
SAINT CHAMOND/TERRENOIRE	15	25	31
Total	100 MF	160 MF	150 MF
Option TERRENOIRE/CHATEAUCREUX	14 MF	14 MF	14 MF

Les coûts estimés ci-dessus tiennent compte des travaux de nuit, des perturbations d'exploitation et des essais.

Pour rendre télécommandable tous les postes compris entre RIVE DE GIER et SAINT ETIENNE ainsi que la liaison avec le PCC, il faudrait prévoir un investissement supplémentaire de 168 MF hors estimation du PC.

I.6 - Acquisitions foncières

L'évaluation des emprises concernées et des coûts correspondants ne peut être, à ce stade de l'étude, que sommaire.

Les tracés n'ont pas encore fait l'objet d'optimisation très fine, les documents de référence ne sont qu'à l'échelle 1/10 000.

Compte tenu de l'importance des reprises de tracé et de l'urbanisation des secteurs traversés, il apparaît cependant nécessaire de procéder à une estimation même grossière de ce poste.

L'estimation a été conduite de la façon suivante :

- évaluation forfaitaire des surfaces à acquérir en considérant des bandes de terrain de 55 m de largeur lorsque le projet est au sol et de 20 m lorsque le projet est en viaduc,
- classement des terrains et évaluation à partir des ratios suivants, ramenés au m² de surface à acquérir :
 - . bois et taillis : 1 F/m² (négligeable)
 - . terrains agricoles : 20 F/m²
 - . terrains susceptibles d'être urbanisés : 100 F/m²
 - . terrains urbanisés, habitat pavillonnaire : 1000 F à 3000 F/m²
 - . terrains urbanisés, habitat collectif : 5000 à 12000 F/m²
 - . terrains urbanisés, industries : 600 F/m²
 - . surplomb industriel : 10 F/m²
 - . majoration des coûts relatifs à SAINT ETIENNE : + 30 %

L'importance des acquisitions foncières repose essentiellement sur le coût des terrains urbanisés. Ces coûts comprennent :

- le coût du terrain nu,
- la valeur vénale des constructions,
- les indemnités de réemploi,
- les indemnités de relogement, essentiellement pour l'habitat collectif,
- les indemnités pour troubles d'exploitation et de transfert pour les industries.

Le coût des constructions varie en fonction du COS moyen considéré pour chaque secteur :

- centre ville : 1 à 2,
- zone urbaine de moyenne densité :
 - . 0,3 à 0,5 pavillonnaire
 - . 0,8 en collectif,
- extérieur : 0,1

Les ratios sont établis à partir de coûts élémentaires moyens fournis par le Service des Domaines de la LOIRE.

Sur ces bases-là, les coûts de ce poste sont estimés à :

Tronçons	Variante 1 en MF	Variante 2 en MF	Variante 3 en MF
TERNAY/GIVORS	150	150	150
GIVORS/RIVE DE GIER	10	50	70
RIVE DE GIER/SAINT CHAMOND	30	600	730
SAINT CHAMOND/TERRENOIRE	250	430	500
Total	440MF	1230 MF	1450 MF

I.7 - Pertes d'exploitation

Les travaux n'étant pas suffisamment indépendants de la ligne actuelle, il est nécessaire d'envisager :

- le détournement des trains de fret

les trains du Nivernais n'entraînant pas de km-trains supplémentaires, le surcoût résulte essentiellement des trains de CLERMONT-FERRAND qui parcourent 52 km supplémentaires.

- le ralentissement des trains de voyageurs

Les pertes globales d'exploitation sont estimées, de source SNCF, suivant les variantes, à :

Tronçons	Variante 1 en MF	Variante 2 en MF	Variante 3 en MF
TERNAY/GIVORS	5	5	5
GIVORS/RIVE DE GIER	3	22	18
RIVE DE GIER/SAINT CHAMOND	3	22	18
SAINT CHAMOND/TERRENOIRE	3	22	18
Total	14 MF	71 MF	59 MF
Option TERRENOIRE/CHATEAUCREUX	2 MF	2 MF	2 MF

I.8 - Tableau récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule les coûts globaux et par tronçon pour chacune des variantes considérées, sur la base de prix hors taxes valeur septembre 1991, frais d'études inclus.

Les coûts de matériel roulant ne sont pas compris.

section	unités	V 1	V 2	V 3
TERNAY - GIVORS	km	3,0	3,0	3,0
- infrastructures	MF	353	353	353
- voie ferrée	MF	22	22	22
- énergie et ligne aérienne	MF	13	13	13
- signalisation	MF	30	30	30
- acquisition foncière	MF	150	150	150
- pertes d'exploitation	MF	5	5	5
- total	MF	573	573	573
GIVORS - RIVE DE GIER	km	13,0	13,2	12,5
- infrastructures	MF	292	659	1206
- voie ferrée	MF	94	95	90
- énergie et ligne aérienne	MF	57	59	57
- signalisation	MF	35	51	31
- acquisition foncière	MF	10	50	70
- pertes d'exploitation	MF	3	22	18
- total	MF	491	936	1472
RIVE DE GIER - SAINT CHAMOND	km	11,1	10,9	12,9
- infrastructures	MF	67	358	322
- voie ferrée	MF	80	79	93
- énergie et ligne aérienne	MF	49	48	58
- signalisation	MF	20	54	58
- acquisition foncière	MF	30	600	730
- pertes d'exploitation	MF	3	22	18
- total	MF	248	1160	1260
SAINT CHAMOND - TERRENOIRE	km	7,4	7,2	5,2
- infrastructures	MF	58	370	164
- voie ferrée	MF	54	52	38
- énergie et ligne aérienne	MF	33	32	24
- signalisation	MF	15	25	31
- acquisition foncière	MF	250	430	500
- pertes d'exploitation	MF	3	22	18
- total	MF	412	930	774
TOTAL : TERNAY - TERRENOIRE	km	34,6	34,3	33,7
- infrastructures	MF	769	1739	2045
- voie ferrée	MF	249	247	243
- énergie et ligne aérienne	MF	152	152	152
- signalisation	MF	100	160	150
- acquisition foncière	MF	440	1230	1450
- pertes d'exploitation	MF	14	71	59
- total	MF	1723	3598	4098
option : TERRENOIRE-ST ETIENNE	km	4	4	4
- infrastructures	MF	360	360	360
- voie ferrée	MF	29	29	29
- énergie et ligne aérienne	MF	18	18	18
- signalisation	MF	14	14	14
- acquisition foncière	MF	0	0	0
- pertes d'exploitation	MF	2	2	2
- total	MF	422	422	422

CHAPITRE II

COÛT D' INVESTISSEMENT ET D' EXPLOITATION DU PENDOLINO

1 - RAPPEL DU PRINCIPE D'INCLINAISON DU PENDOLINO

Dès 1976, les chemins de fer italiens (FS) ont expérimenté une rame prototype (Pendolino ETR 401) conçue et réalisée par FIAT, et , mis en service en 1988 sur Rome-Milan, 14 rames de série ETR 450 à 8 voitures.

Chaque bogie comporte une traverse à double col de cygne servant pour l'accrochage par biellettes de la caisse et pour l'appui de deux vérins hydrauliques verticaux. Ainsi, comme dans le système NEIKO, la force centrifuge provoque une translation vers l'extérieur de la courbe du bas de caisse entraînant la rotation des biellettes pour abaisser le plancher du côté du centre de la courbe et le réhausser à l'extérieur. Les vérins permettent d'accélérer et de réguler avec précision l'inclinaison. La translation vers l'extérieur de la courbe du bas de caisse et vers l'intérieur du haut permet de centrer les surlargeurs dues à l'inclinaison afin de respecter le gabarit dynamique limite U.I.C.

Pour réduire les déplacements caisse/bogie et les contraintes roue/rail en courbe, chaque bogie comporte également des **suspensions latérales actives** pilotées par des vérins pneumatiques transversaux asservis.

2 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU MATERIEL EN SERVICE EN ITALIE

Rames à composition variable de 5 à 11 voitures, chaque rame comprend une remorque (voiture-bar, journaux, etc...) et des éléments à 2 motrices.

Eléments à 2 motrices :

- Tension de ligne : 3 000 V continu
- Vitesse maximum : 250 km/h
- Longueur d'une voiture
 - . avec cabine : 26,9 m
 - . sans cabine : 24,7 m
- Largeur : 2,75 m
- Nombre de places assises : 92
- Masse à vide : 93 t (caisse en alliage léger)
- Masse par m² hors tout : 630 kg
- Masse en charge normale : 100 t
- Charge max. à l'essieu : 12,5 t
- Motorisation : 4 moteurs (1 250 Kw continu pour les 4)
- Puissance massique : 12,5 kW/t
- Taux d'essieux moteurs : 50 %
- Angle max d'inclinaison : 10°
- Vitesse d'inclinaison : 6°/s
- Hauteur de l'axe virtuel de rotation : 1,49 m
- Temps global de réponse : 300 mS
- Vitesse en courbe augmentée de 30 %

Plus d'une vingtaine de rames ETR 450 sont en service sur :

- Rome-Milan-Turin (Rome-Milan - 630 km en 3 H 58 au lieu de 4 H 55)
- Rome-Florence
- Rome-Naples
- Rome-Gênes
- Rome-Venise (4 h 30 au lieu de 5 h 00)

Le Pendolino a généré, sur la liaison Rome-Milan, une augmentation du trafic de **45 %** en moins d'une année.

3 - ADAPTATIONS POUR LA DESSERTTE DE SAINT-ETIENNE

3.1 - Composition

L'optimisation de la fréquence de la desserte conduit, pour le débit maximum prévu à une capacité de rame de l'ordre de 300 à 400 voyageurs.

Une rame serait donc composée de 6 voitures d'une capacité unitaire de l'ordre de 50 places.

3.2 - Performances

Les rames Pendolino ont été conçues pour atteindre 250 km/h sur les liaisons intervilles italiennes. Pour la desserte Lyon-Saint-Etienne à une vitesse maximale de 160 km/h, il serait possible d'adapter le rapport de transmissions à cette vitesse afin d'accroître les accélérations et décélérations pour une puissance installée donnée.

De plus, pour un nouveau matériel roulant, les performances peuvent être encore accrues grâce à l'évolution de la motorisation vers l'asynchrone triphasé permettant d'accroître les puissances massiques et volumiques d'environ 20 %.

Enfin, la motorisation de tous les essieux, la faible masse des véhicules, 630 kg/m², et la forte puissance massique (12,5 kW/t) permettent des accélérations et décélérations élevées.

3.3 - Contraintes roue-rail

La faible charge à l'essieu 12,5 t (contre 19 t pour les Z2 et Z2 N, 20 t pour les BB 8500) et le faible empattement des bogies (2,45 m contre 2,60 m pour les Z2) la répartition des efforts moteurs sur tous les bogies (contre 20 % des essieux pour les rames RRR) permettent d'accroître jusqu'à 30 % la vitesse en courbe sans augmenter les contraintes et usures des roues et de la voie.

3.4 - Coût d'investissement

Le prix d'une rame à 8 voitures à 2 essieux moteurs par voiture (puissance totale continue 4 700 kW) est de l'ordre de 100 MF, base 1987.

3.5 - Coût d'exploitation

Pour déterminer le coût d'exploitation du Pendolino, nous pouvons distinguer les 3 phases suivantes :

1ère phase - Mise en service

Durant la première année d'exploitation, les chemins de fer italiens ont estimé un surcoût d'exploitation de 3 à 5 % dû à la mise au point de l'équipement. L'inclinaison de caisse (réglages, optimisation des caractéristiques de composants spécifiques tels que les accéléromètres et gyromètre, etc...)

2ème phase - Exploitation stabilisée

Le coût d'exploitation est essentiellement constitué par :

1 - Le coût de conduite et nettoyage :

- indépendant du type de matériel

2 - Le coût d'énergie

Réduit grâce aux particularités suivantes :

Très faible masse (630 kg/m²)

Réglage de vitesse par convertisseurs électroniques de lieu de rhéostats.

Possibilité de freinage par régénération d'énergie

3 - Le coût de maintenance

Maintenance des organes de roulement réduite par la diminution d'usure obtenue par le gain de masse, la réduction des masses non suspendues (moteurs sur châssis de caisse), et par l'emploi de convertisseurs électroniques au lieu de rhéostats.

Maintenance des organes d'inclinaison à très faible incidence et ne faisant pas appel à de nouvelles spécialités (vérins hydrauliques, électrovannes, cartes électroniques).

3ème phase - Evolution du Pendolino

La deuxième génération de Pendolino en commande pour les chemins de fer italiens permettra encore une nouvelle réduction des coûts de maintenance par des évolutions techniques telles qu'une motorisation asynchrone.

Le coût d'exploitation à la place offerte sera également sensiblement réduit par un accroissement de la largeur des voitures (2,83 au lieu de 2,75 m) et une reprise du diagramme d'implantation des sièges permettant d'accroître la capacité des voitures.

4 - CONCLUSION

Le Pendolino de seconde génération devrait permettre d'améliorer sensiblement le desserte Lyon-Saint-Etienne avec une motorisation et un rapport de transmission optimisés en raison, d'une part, de ses performances en courbe et en déclivité, obtenues par une forte puissance massique et à l'inclinaison asservie des caisses et, d'autre part, à la réduction des coûts d'exploitation due à une optimisation conceptuelle.

L'étude, en cours, de l'adaptation de ce matériel à cette desserte permettra de préciser quantitativement les aspects économiques d'une telle solution.

CHAPITRE III

SELECTION DES SCENARIOS A EVALUER

III - SELECTION DES SCENARIOS A EVALUER

III.1 -Génération des variantes de tracés

Le concept retenu pour élaborer des variantes de tracé pour une ligne nouvelle consiste à "lisser" plus ou moins le tracé actuel. La ligne nouvelle passe donc par les gares principales actuelles (Givors-Ville, Rive-de-Gier, St-Chamond).

Les variantes de tracé entre Lyon et St-Etienne sont les suivantes :

Lyon - Ternay	: Tracé actuel (-)
Ternay - Givors-Ville	: Tracé actuel (-) Nouveau tracé avec nouveau pont sur le Rhône (R)
Givors-Ville - Rive-de-Gier	: Tracé actuel (0) Tracé actuel "lissé" pour 140km/h avec un secteur à 115km/h (1) Tracé actuel "lissé" pour 160km/h (2) Tracé actuel "lissé" pour 200km/h (3)
Rive-de-Gier - St-Chamond	: Tracé actuel (0) Tracé actuel "lissé" pour 140km/h (1) Tracé actuel "lissé" pour 160km/h (2) Tracé actuel "lissé" pour 200km/h (3)
St-Chamond - Terrenoire	: Tracé actuel (0) Tracé actuel "lissé" pour 140km/h (1) Tracé actuel "lissé" pour 160km/h (2) Tracé actuel "lissé" pour 200km/h (3)
Terrenoire - St-Etienne	: Tracé actuel (-) Tracé actuel "lissé" pour 200km/h avec modification du tunnel de Terrenoire (T)

Chaque variante propre à chaque tronçon de ligne peut se combiner indifféremment avec n'importe quelle variante d'un tronçon adjacent (cf. figure 1). Ainsi, le nombre de variantes de tracé entre Lyon et St-Etienne s'élève à 256 ($= 1 * 2 * 4 * 4 * 4 * 1$).

III.2 - Première sélection des variantes de tracé

Un premier examen sommaire des modifications de tracé permet de réduire le nombre de variantes.

La modification de tracé entre St-Etienne et Terrenoire afin de permettre une circulation à 200 km/h (T) aurait des conséquences non négligeables sur l'exploitation ferroviaire de cette zone comprenant de nombreux embranchements et bifurcations (Entrées/Sorties du faisceau RA au PK 502.850, Bifurcation de l'Etivalière au PK 503.806). Le lissage du tracé actuel ne peut apporter des gains en temps de parcours significatifs que si des dévers importants peuvent être imposés, ce qui nécessite la suppression ou une modification très importante des embranchements et bifurcations. Cela semble peu réaliste ou, pour le moins, particulièrement onéreux. La modification de tracé dans ce secteur est abandonnée, ce qui réduit à 128 le nombre de variantes.

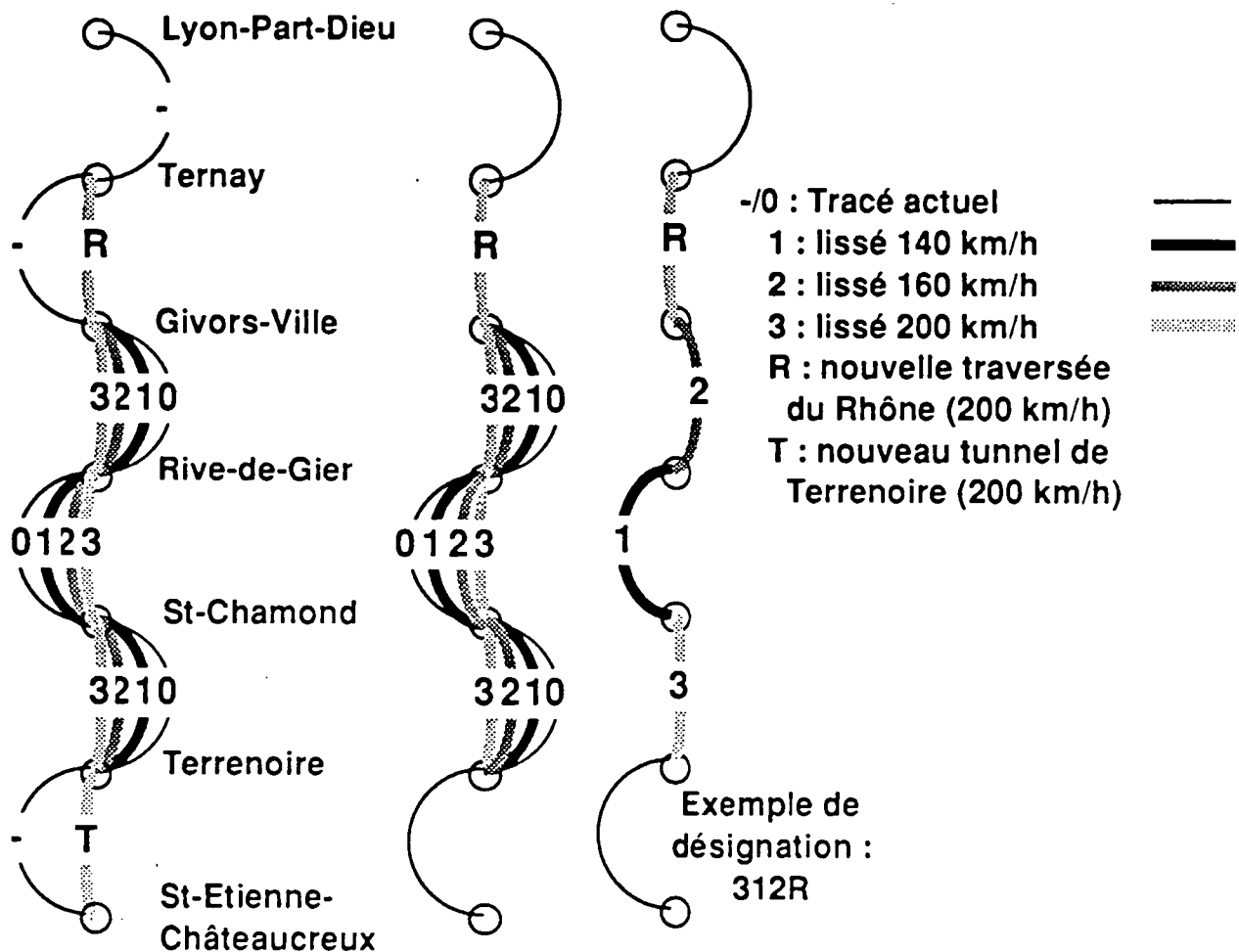


Figure 1 : Génération, Première sélection et Exemple de désignation des variantes

La création d'un nouveau tracé entre Givors-Ville et Ternay (R) est particulièrement intéressante car cet aménagement :

- offre le meilleur gain en temps de parcours rapporté aux coûts (environ 140 Mio de Frs par minute gagnée) de toutes les modifications proposées
- est le seul aménagement indépendant du tracé actuel et permettant le maximum de souplesse sur le plan du phasage des travaux.
- ne remplace pas le tracé actuel, mais le dédouble. Il accroît ainsi la capacité entre Givors-Ville et Ternay et supprime bon nombre de conflits avec les trains marchandises Nord-Sud passant de la rive gauche à la rive droite du Rhône.
- est le seul aménagement offrant des réductions de temps de parcours avec Lyon pour l'ensemble des voyageurs en provenance de St-Etienne et au-delà, de la vallée du Gier et de Givors-Ville.

Les considérations évoquées ci-dessus suffisent à ne conserver que les variantes prévoyant cet aménagement. Il ne reste alors plus que 64 variantes.

Les coûts totaux (hormis le phasage des travaux), les temps de parcours moyens par du matériel roulant performant et le rapport coût/gain par rapport à la situation actuelle sont donnés par le **tableau 2**.

Coût et gain de temps par scénario			
Scénario	Coût (MF)	Temps projeté * (min) (sec)	Coût/Gain (MF/min)
000R	573	36 47	141
001R	1064	34 6	158
002R	1509	33 17	200
003R	2045	32 13	237
010R	821	35 16	147
011R	1312	32 22	155
012R	1757	31 30	188
013R	2293	30 22	219
020R	1733	34 47	286
021R	2224	31 49	247
022R	2669	30 55	269
023R	3205	29 44	289
030R	1853	34 23	287
031R	2344	31 22	248
032R	2789	30 24	267
033R	3325	29 3	282
100R	985	35 37	189
101R	1476	32 56	187
102R	1921	32 8	221
103R	2457	31 3	251
110R	1233	34 0	180
111R	1724	31 7	177
112R	2169	30 15	205
113R	2705	29 7	231
120R	2145	33 29	292
121R	2636	30 31	256
122R	3081	29 37	275
123R	3617	28 26	292
130R	2265	33 4	292
131R	2756	30 1	255
132R	3201	29 2	271
133R	3737	27 42	285
200R	1503	35 12	267
201R	1954	32 31	240
202R	2435	31 43	268
203R	2975	30 38	292
210R	1751	33 33	240
211R	2242	30 38	220
212R	2687	29 46	243
213R	3223	28 39	265
220R	2663	32 59	339
221R	3154	30 1	292
222R	3599	29 7	307
223R	4135	27 56	321
230R	2783	32 30	334
231R	3274	29 29	288
232R	3719	28 31	302
233R	4255	27 10	311
300R	1347	34 53	226
301R	1838	32 12	213
302R	2283	31 23	242
303R	2819	30 19	268
310R	1595	33 9	208
311R	2086	30 16	197
312R	2531	29 24	221
313R	3067	28 16	244
320R	2507	32 32	302
321R	2998	29 36	267
322R	3443	28 48	286
323R	3979	27 30	298
330R	2627	32 0	267
331R	3118	28 57	262
332R	3563	27 58	277
333R	4099	26 38	289

bleau 2 .

64 variantes de tracé retenues :
 Coûts totaux (hormis le phasage des travaux) en millions de Francs
 Temps de parcours moyen en liaison directe Lyon Part-Dieu - St-Etienne pour une rame BB26000 + 4 voitures Corail
 Coût de la minute gagnée (Temps de référence = 40 min 50 sec)

* Temps de référence : 40'50"

III.3 - Seconde sélection des variantes de tracé

Les variantes offrant le même gain en temps de parcours sont comparées entre elles.

Les variantes les plus performantes forment un premier ensemble de 9 variantes : 000R, 001R, 010R, 011R, 111R, 311R, 312R, 313R et 333R.

Les variantes n'étant pas significativement moins bonnes sont au nombre de 12 : 012, 101R, 110R, 112R, 113R, 133R, 211R, 212R, 213R, 323R, 331R et 332R.

Les 43 autres variantes sont sensiblement moins performantes.

Seul le premier groupe de 9 variantes est examiné plus à fond.

Les caractéristiques principales de ces variantes sont illustrées à la **figure 3**.

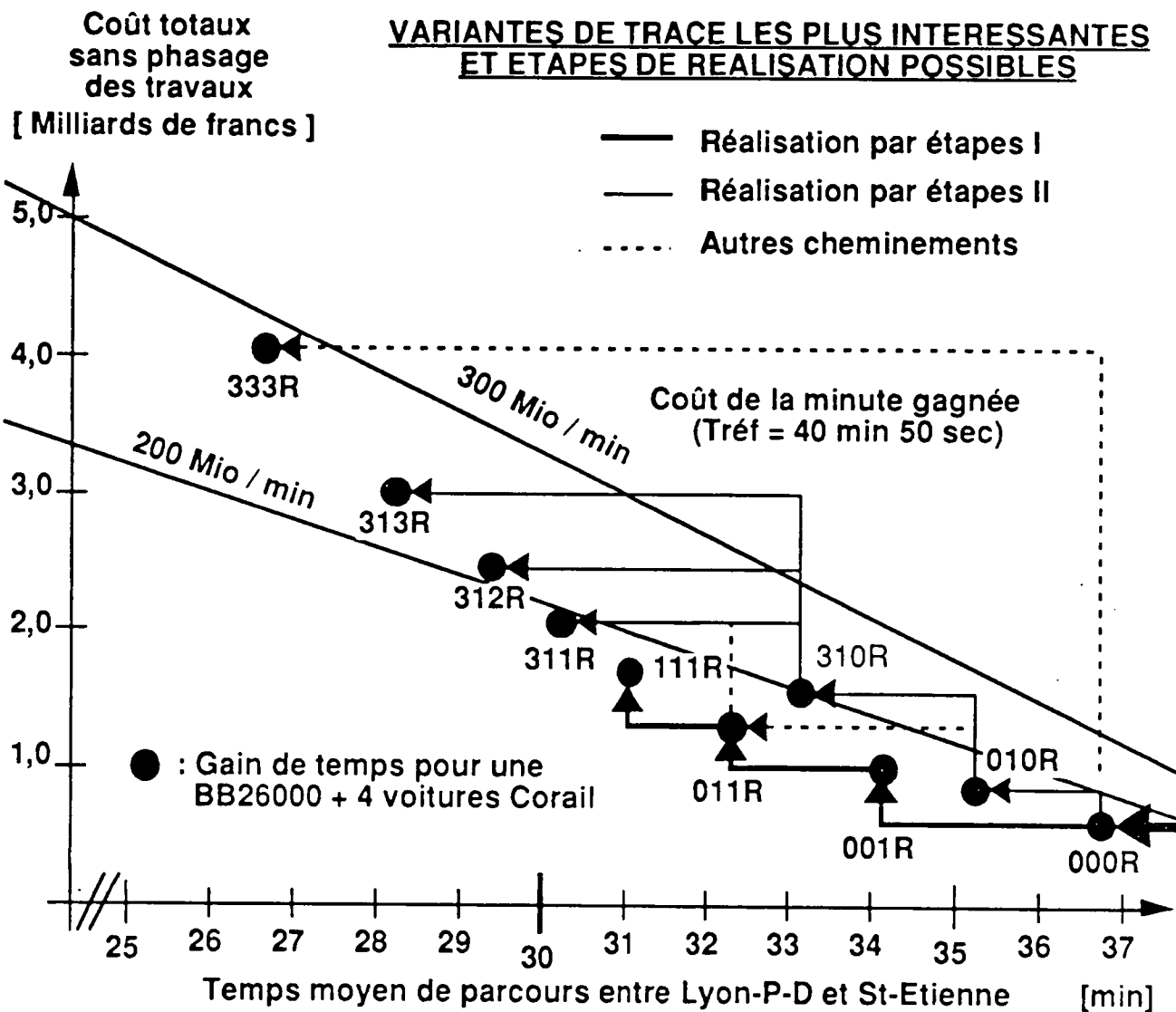


Figure 3 . Variantes de tracé retenues.

- Coûts totaux (hormis le phasage des travaux) en millions de Francs
- Temps de parcours moyen en liaison directe Lyon Part-Dieu - St-Etienne pour une rame BB26000 + 4 voitures Corail
- Coût de la minute gagnée (Temps de référence = 40 min 50 sec)
- Etapes de réalisation possibles

L'ensemble de réalisation par étapes II est moins favorable que l'ensemble de réalisation I car :

- il touche assez fortement la zone urbanisée s'étendant de Terrenoire à St-Chamond (variantes 310R à 313R prévoyant le 200 km/h entre Terrenoire et St-Chamond)
- la totalité des gains en temps de parcours pour les variantes 310R à 313R ne sont obtenus que par des convois puissants et aptes aux grandes vitesses (cf. tableau 4)
- les gains de temps de parcours avec Lyon prévus dans les étapes intermédiaires de réalisation ne concernent principalement que les voyageurs de St-Etienne et St-Chamond (000R->010R et 010R->310R) et non pas ceux de Rive-de-Gier.

Quelques caractéristiques des 5 variantes formant l'ensemble de réalisation par étape I sont données par les tableaux 4 et 5.

Variante	Temps de parcours moyen pour différents types de matériel roulant [min]				
	BB6500 + RRR4	TGV	Z2	BB26000 + 4 Corails	Pendolino
000R	38		37		35
001R	35		34		33
011R	33		32		31
111R	32		31		
311R					30

Tableau 4 : Temps de parcours moyens en desserte directe Lyon Part-Dieu - St-Etienne pour différents types de matériel roulant

La composition BB6500 + RRR4 est une composition apte à circuler à 140 km/h.

Le TGV ne peut bénéficier pleinement des gains offerts par la variante 331R car son effort de traction est insuffisant entre 140 km/h et 200 km/h sur la rampe de 15 ‰. Dans le cas où des variantes autorisant le 200 km/h sont retenues, il pourrait être intéressant de passer d'un système d'alimentation de la ligne 1'500 V continu à un système 25 kV alternatif 50Hz.

Les caractéristiques retenues pour le calcul des temps de parcours avec le train pendulaire italien ETG 450 (Pendolino) sont une inclinaison maximale des caisses de 8 degrés dans le plan des voyageurs et des insuffisances maximales de dévers dans le plan des voies de 270mm. Son effort de traction insuffisant entre 160 km/h et 200 km/h sur la rampe de 15 o/oo ne lui permettent pas de profiter pleinement des gains offerts par les variantes autorisant le 200 km/h. Il pourrait donc être intéressant de modifier la courbe de traction de ce type de train.

Le coût marginal par minute gagnée de chaque étape de réalisation est relativement faible jusqu'à l'obtention de la variante 011R. Il croît alors rapidement (tableau 5).

PASSAGE		Gains [sec]	Coût [Mio]	Coût marginal [Mio / min]
D E	A			
000	000R	243	573	141
000R	001R	161	491	183
001R	011R	104	248	143
011R	111R	75	412	330
	311R	126	774	369

Tableau 5 : Gain de temps de parcours, coût et rapport des deux grandeurs pour chaque étape de réalisation.

Parmi les variantes les plus prometteuses, il est possible de ranger la variante :

- 001R pour l'objectif 35 minutes (matériel conventionnel) ou 33 minutes (matériel pendulaire)
- 011R pour l'objectif 33 minutes (matériel conventionnel)
- 111R pour l'objectif 30 minutes (matériel pendulaire)

CHAPITRE IV

COÛT D' INVESTISSEMENT PAR SCENARIO

IV- COUT D'INVESTISSEMENT GLOBAL PAR SCENARIO

Le tableau ci-dessous récapitule les coûts globaux des quatre tronçons étudiés entre TERRENOIRE et TERNAY pour chacune des trois variantes considérées.

Ces coûts comprennent les coûts d'infrastructures, de voie ferrées, d'énergie-lignes aériennes, de signalisation, d'acquisitions foncières et de pertes d'exploitation.

Coût d'investissement global par tronçon (MF HT septembre 1991)					
Variantes		TERRENOIRE - ST CHAMOND	ST CHAMOND - RIVE DE GIER	RIVE DE GIER - GIVORS	GIVORS - TERNAY
1	(tracé à 140 km/h)	412	248	491	573
2	(tracé à 160 km/h)	930	1160	936	
3	(tracé à 200 km/h)	774	1280	1472	

Ces variantes par tronçons, combinées entre elles, vont constituer des scénarios qui permettront de :

- rechercher l'optimum économique, c'est-à-dire l'investissement minimum correspondant à une qualité de service optimum,
- trouver un mode de réalisation par phases successives et d'étalement de l'investissement.

Les coûts de chacun des scénarios font l'objet du tableau page suivante.

Les scénarios sont désignés par les numéros des variantes considérées pour les différents tronçons dans l'ordre suivant :

- 1er chiffre : tronçon TERRENOIRE/SAINT CHAMOND
- 2ème chiffre : tronçon SAINT CHAMOND/RIVE DE GIER
- 3ème chiffre : tronçon RIVE DE GIER/GIVORS
- R : tronçon GIVORS/TERNAY

Coût d'investissement global par scénario (MF HT septembre 1991)			
Scénario	Coût (MF)	Scénario	Coût (MF)
000R	573	200R	1503
001R	1064	201R	1994
002R	1509	202R	2439
003R	2045	203R	2975
010R	821	210R	1751
011R	1312	211R	2242
012R	1757	212R	2687
013R	2293	213R	3223
020R	1733	220R	2663
021R	2224	221R	3154
022R	2669	222R	3599
023R	3205	223R	4135
030R	1853	230R	2783
031R	2344	231R	3274
032R	2789	232R	3719
033R	3325	233R	4255
100R	985	300R	1347
101R	1476	301R	1838
102R	1921	302R	2283
103R	2457	303R	2819
110R	1233	310R	1595
111R	1724	311R	2086
112R	2169	312R	2531
113R	2705	313R	3067
120R	2145	320R	2507
121R	2636	321R	2998
122R	3081	322R	3443
123R	3617	323R	3979
130R	2265	330R	2627
131R	2756	331R	3118
132R	3201	332R	3563
133R	3737	333R	4099

CHAPITRE V

DEFINITION ET FAISABILITE DES CONCEPTS D' OFFRE

V - DEFINITION DES CONCEPTS D'OFFRE

V.1 - Définition des dessertes

Chaque schéma doit comprendre une desserte intercité superposée à une desserte de bassin d'emploi.

La **desserte Intercité** est une **liaison directe** entre Lyon et St-Etienne; elle ne dessert **aucun arrêt Intermédiaire**.

La **desserte de bassin d'emploi** peut se faire par des liaisons semi-directes et/ou omnibus.

Une **liaison semi-directe** entre St-Etienne et Lyon est définie comme une liaison ne desservant que **3 arrêts Intermédiaires** (St-Chamond, Rive-de-Gier, Givors-Ville). De telles liaisons sont possibles quelque soit la variante de tracé retenue.

Une **liaison omnibus** entre St-Etienne et Lyon est définie comme une liaison desservant **au moins 4 arrêts Intermédiaires**. Aucune des variantes de tracé ne s'éloignant significativement de la ligne existante entre Givors-Ville et St-Etienne, les arrêts actuels des trains omnibus (Grand-Croix, Couzon, St-Romain-en-Gier) pourraient être maintenus à leur emplacement actuel ou n'être déplacés que de quelques mètres. La halte de St-Romain-en-Gier serait cependant probablement déplacée de plusieurs centaines de mètres pour les variantes de tracé prévoyant du 200 km/h entre Rive-de-Gier et Givors. Par contre, les liaisons desservant Givors-Canal ne bénéficieront pas des gains de temps de parcours entre Givors-Ville et Ternay dans le cas où une variante de tracé comprenant cet aménagement est retenue.

V.2 - Dessertes actuelles

La connaissance des dessertes actuelles permet de mieux évaluer les modifications apportées par les dessertes envisagées ci-après.

La desserte Intercité actuelle est la suivante aux heures de pointe :

Périodes de pointe	Lyon - St-Etienne	St-Etienne - Lyon
06h00 - 08h00	1	1
16h00 - 19h00	1	1

Tableau 6 : Desserte intercity actuelle aux heures de pointe

(jour de semaine 1990/1991)

La desserte de bassin d'emploi actuelle aux heures de pointe est la suivante :

Périodes de pointe	Lyon - St-Etienne				St-Etienne - Lyon			
	Semi-directs	Omnibus		Total	Semi-directs	Omnibus		Total
		4 arrêts	5 arrêts			4 arrêts	5 arrêts	
05h50 - 08h00	2	2	2	6	4	4	1	9
16h20 - 19h00	3	4	2	9	3	2	1	6

Tableau 7 : Desserte de bassin d'emploi actuelle aux heures de pointe

(jour de semaine 1990/1991)

Nous constatons que :

- 1) le sens le plus chargé est St-Etienne - Lyon le matin et Lyon - St-Etienne le soir
- 2) le nombre de liaisons omnibus est significatif
- 3) le nombre de trains desservant plus de 4 arrêts est relativement faible
- 4) la moyenne la plus élevée des fréquences est celle de l'heure de pointe du matin dans le sens St-Etienne - Lyon avec 1 train toutes les 16 minutes. Les heures de départ des trains à destination de Lyon Perrache sont bien réparties sur la période allant de 6h30 à 8h00 (cf. figure 8). Il est même possible de parler d'une quasi cadence au quart d'heure.

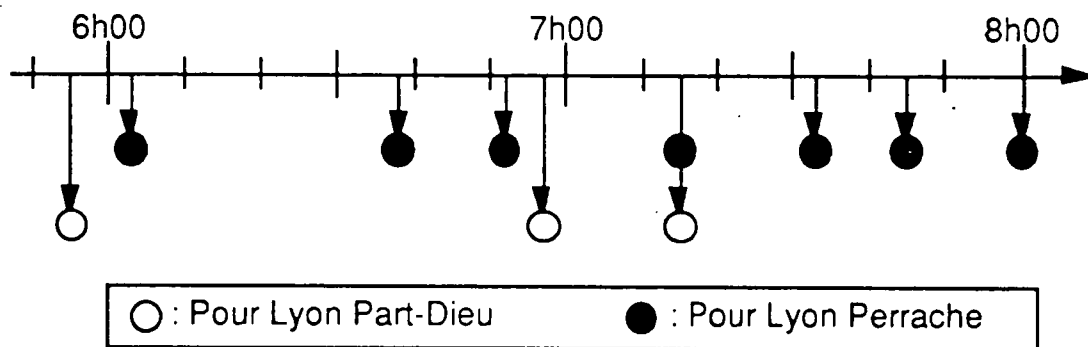


Figure 8 : Heure de départ actuelle des trains de desserte d'emplois de St-Etienne Châteaueux à l'heure de pointe du matin (jour de semaine 1990/1991)

V.3 - Possibilité d'amélioration de l'offre actuelle

Ainsi que le montre le tableau 6, la proposition de faire circuler un train intercity par heure entre 5h et 9h et entre 16h et 20h offre une amélioration considérable de l'offre intercity actuelle.

Une augmentation significative de l'offre de desserte de bassin d'emploi peut être obtenue par deux moyens pouvant être utilisés séparément ou conjointement :

- passage à une fréquence d'un train toutes les 12 minutes, voire à un train toutes les 10 minutes.
- élargissement des plages horaires où une haute fréquence est assurée.

La proposition de la Région prévoit une action conjointe de ces mesures.

V.4 - Génération des concepts d'offre

Trois concepts d'offre sont définis :

1) Proposition de la Région Rhône-Alpes (F 10)

Desserte inter-cités entre Saint-Etienne et Lyon : un train toutes les heures entre 5h00 et 9h00 et entre 16h00 et 20h00.

Desserte de bassin d'emplois : un train toutes les **10 minutes** pendant les heures de pointe (6h00-8h00 et 17h00-19h00).

2) Proposition de la Région Rhône-Alpes (F 12)

Desserte inter-cités entre Saint-Etienne et Lyon : un train toutes les heures entre 5h00 et 9h00 et entre 16h00 et 20h00.

Desserte de bassin d'emplois : un train toutes les **12 minutes** pendant les heures de pointe (6h00-8h00 et 17h00-19h00).

3) Proposition complémentaire (F 15)

Desserte inter-cités entre Saint-Etienne et Lyon : un train toutes les heures entre 5h00 et 9h00 et entre 16h00 et 20h00.

Desserte de bassin d'emplois : un train toutes les **15 minutes** pendant les heures de pointe (6h00-8h00 et 17h00-19h00).

La proposition complémentaire se justifie par le fait que l'amélioration de la desserte de bassin d'emploi par élargissement des plages où la fréquence de 15 minutes est assurée est déjà considérable. Une telle fréquence peut déjà être considérée comme élevée compte tenu du type de desserte envisagée. Enfin, et cela a aussi son importance, le nombre de trains supplémentaires que devrait absorber le complexe lyonnais resterait modéré ainsi que l'augmentation du parc du matériel roulant devant être engagé.

Les propositions de la Région ne se prononcent pas sur le **type de desserte de bassin d'emploi à réaliser** (liaisons semi-directes et/ou omnibus). L'étude de faisabilité se faisant avec des liaisons semi-directes, il conviendra de mentionner leur aptitude à être transformées en une liaison omnibus.

V.5 - Faisabilité technique des concepts d'offre

V.5.1 Perspectives à moyen et long terme

Plus le champ temporel de l'étude s'éloigne du présent, plus grande est la probabilité que les hypothèses faites aujourd'hui ne soient plus valides. Cette affirmation trouve déjà aujourd'hui sa justification de par les grands changements planifiés et commencés dans la région lyonnaise (Contournement par Satolas). Il devient alors très difficile d'évaluer le trafic voyageurs longue distance entre Lyon et Chasse d'une part et entre Lyon - Part-Dieu et Lyon - Perrache d'autre part. De plus, les variantes de tracé et d'exploitation multiplient les possibilités de répartition des trains semi-directs sur trois tracés plus ou moins indépendants (Givors - Nouveau tracé (aménagement R) - Ternay - Voies "bis" - Lyon-Part-Dieu, Givors - Ancien tracé - Chasse P1 - Voies principales - Lyon-Perrache et Givors - Oullins - Lyon-Perrache).

Il convient donc de traiter différemment les tronçons de ligne où l'offre envisagée doit cohabiter avec d'autres offres sur la même infrastructure (ce qui est le cas dans la vallée du Rhône) de ceux qui seront occupés essentiellement par l'offre envisagée, en tous cas aux heures de pointe.

V.5.2 - Faisabilité des concepts d'offre entre St-Etienne et Givors-Ville

La ligne est actuellement à double voie entre St-Etienne et Givors-Ville. Cette caractéristique est conservée pour toutes les variantes de tracé examinées. Le problème majeur en exploitation normale est le distancement entre les trains circulant dans la même direction. Ce distancement est assuré par un BAL (Block Automatique Lumineux) permettant des successions de l'ordre de 3 minutes. Ce genre de dispositif peut être conservé sur le nouveau tracé, en particulier si les vitesses maximales en ligne ne dépassent pas 160km/h.

Pour les trois concepts d'offre, la charge maximum de la ligne a lieu aux heures de pointe (cf. **tableau 9**)

Type de service	Concept		
	F15	F12	F10
Desserte intercités	1	1	1
Desserte de bassin d'emploi	4	5	6
Autre type	1	1	1

Tableau 9 : Nombre de trains par sens à l'heure la plus chargée

La prise en compte d'un train d'un autre type par heure pendant la période de pointe permet la circulation de trains voyageurs supplémentaires ou de trains marchandises.

Le rattrapage d'un train par un autre correspond au temps pouvant être repris entre Givors-Ville et St-Etienne (ou vice-versa) pour un train ayant une vitesse commerciale élevée sur un train à vitesse commerciale plus lente

Pour être du côté de la sécurité, il convient de traiter le cas où la capacité de la ligne est la plus faible, c'est-à-dire lorsque les rattrapages sont les plus importants. Ceux-ci sont donnés par le **tableau 10**. Le choix du matériel actuel (BB8500 + RRR4) pour la desserte semi-directe est non seulement justifié par le fait de tester la capacité de la ligne pour des écarts de vitesses commerciales les plus importants mais aussi par les considérations contenues dans l'**annexe 1**.

Les temps de parcours donnés par le **tableau 10** comprennent une majoration des temps de parcours de 12% pour la liaison directe et de 15% pour la liaison semi-directe, ainsi qu'une minute d'arrêt aux arrêts intermédiaires.

VARIANTES DE TRACE	Givors-Ville - St-Etienne			St-Etienne - Givors-Ville		
	Pendo- lino	BB6500 + RRR4	Rattrapage [min'sec"]	Pendo- lino	BB6500 + RRR4	Rattrapage [min'sec"]
000	21'45"	29'38"	7'53"	21'34"	29'16"	7'42"
000R	21'39"	29'38"	7'59"	21'33"	29'16"	7'43"
001R	19'32"	27'09"	7'37"	19'33"	26'47"	7'14"
111R	16'45"	25'03"	8'18"	16'57"	24'28"	7'31"

Tableau 10 : Temps de parcours pour deux types de matériel roulant pour chaque sens pour les variantes retenues et rattrapage d'une rame semi-directe BB6500+RRR4 par un Pendolino direct

Ainsi, quelque soit la variante choisie et le sens, le temps rattrapé entre Givors-Ville et St-Etienne par un Pendolino direct sur une rame BB6500+RRR4 semi-directe vaut de **7 à 9 minutes**. La liaison directe va donc obligatoirement interagir avec au-moins une liaison semi-directe si l'intervalle entre deux liaisons semi-directes est inférieur à 13-15 minutes.

Ainsi, un cadencement absolu des liaisons semi-directes n'est pas possible pour les concepts F12 (1 train de desserte de bassin d'emploi toutes les 12 minutes) et *a fortiori* F10. Pour le concept F15, la stabilité de l'horaire est faible.

Même en relâchant la contrainte d'un cadencement absolu, la fréquence de 10 minutes (F10) imposera à un train de desserte de bassin d'emploi d'être dépassé à Rive-de-Gier par un train de desserte intercity. Un tel dépassement sera probable avec la fréquence de 12 minutes (F12). Pour des raisons de stabilité d'horaire, il devra aussi être rendu possible pour une fréquence de 15 minutes (F15). En cas de desserte omnibus, le dépassement est incontournable. Il y a donc lieu de prévoir l'aménagement de deux voies d'évitement à Rive-de-Gier placées de part et d'autre des voies principales, afin qu'elles permettent de telles manoeuvres.

La pénalisation d'un train semi-direct devant être dépassé par un train direct dans le cas des concepts F10 et F12 (voire F15) s'élève à 5-7 minutes environ. Pour que ce train pénalisé ne soit pas déserté au profit du train précédant ou suivant, il faut qu'il desserve une autre gare à Lyon que ces derniers.

L'insertion d'un train voyageur direct supplémentaire (p.ex. TGV , Z2, autorails à la descente) pourra aussi entraîner le dépassement d'un train semi-direct à Rive-de-Gier, ceci particulièrement pour le concept F10 sur n'importe quelle variante de tracé ou pour le concept F12 sur une variante de tracé autorisant des vitesses supérieures à 140km/h entre Givors et St-Etienne.

L'insertion d'un train messagerie ou marchandises se fait sans problème mais il se peut que son dépassement doive être programmé à Rive-de-Gier.

V.6 - Faisabilité des concepts d'offre entre Givors-Ville et Lyon

Entre Givors-Ville et Ternay, la ligne nouvelle n'est utilisée *a priori* que pour les liaisons avec St-Etienne. La capacité de ce tronçon à double voie est largement suffisante pour les concepts d'offre envisagés.

Entre Lyon-Guillotière et les gares de Lyon, l'étude est subordonnée au choix de la gare d'arrivée, aux possibilités de décalage et de modifications des sillons existants, et à d'autres critères liés à la régulation du centre lyonnais. Les conflits ne sont pas étudiés sur dans cette zone.

Dans l'impossibilité de pouvoir tester la faisabilité de la nouvelle offre entre Ternay et Lyon avec des hypothèses raisonnables sur l'ensemble des trains appelés à emprunter cette infrastructure à moyen et long terme (quantité, horaire), l'examen se limite à tester la nouvelle offre sur le tronçon à quatre voies Ternay - Lyon-Guillotière avec l'horaire d'hiver 1990/91. Il va de soi que les trains voyageurs actuels entre St-Etienne et Lyon ont été retirés pour laisser place à la nouvelle offre.

Le test se limite à l'essai de placement des trains semi-directs à l'heure de pointe du matin dans le sens St-Etienne - Lyon.

Le tableau 12 indique les pourcentages maximum des trains semi-directs pouvant être placés entre 6 heures et 8 heures entre Ternay et Lyon-Guillotière dans le sens St-Etienne - Lyon. Les pourcentages indiqués ne sont atteints que pour les horaires les plus favorables.

Ces pourcentages sont différents selon que l'accès aux voies principales nécessite ou non le cisaillement des voies secondaires (voies "bis"). L'aménagement R ne prévoit qu'un seul saut de mouton (bifurcation S) alors que l'exploitation est facilitée par la création d'une bifurcation D (cf. figure 11).

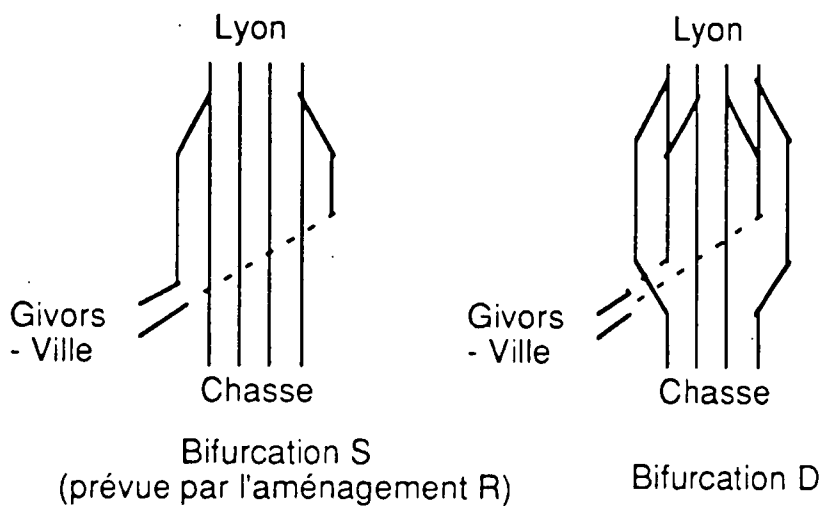


Figure 11 : Types de bifurcations à Ternay

Variante d'offre	Cadencement strictement respecté		Cadencement respecté à +/-2 minutes	
	Bifurcation S	Bifurcation D	Bifurcation S	Bifurcation D
F15	55 %	65 %	80 %	80 %
F12	55 %	65 %	75 %	75 %
F10	40 %	65 %	55 %	75 %

Tableau 12 : Pourcentage des trains semi-directs pouvant être insérés entre Ternay et Lyon-Guillotière entre 6 et 8 heures

La création d'une bifurcation de type D au lieu de S n'apporte un avantage significatif dans cette configuration d'horaire que dans le cas de la fréquence de 10 minutes.

Le relâchement de la contrainte d'un cadencement strict permet une nette amélioration du nombre de trains semi-directs pouvant trouver un sillon entre Ternay et Lyon-Guillotière, sans toutefois atteindre le 100 % des circulations et cela, même pour une fréquence de 15 minutes.

En exploitant la possibilité de faire passer certains trains semi-directs St-Etienne - Lyon par la Rive droite et en les traitant de manière prioritaire par rapport aux omnibus Givors - Oullins - Lyon-Perrache, 90 % à 100 % des semi-directs peuvent être placés entre Givors et Lyon tant pour le concept d'offre F10 que F12 ou F15.

V.7 - Synthèse des tests de faisabilité des concepts d'offre

La réalisation des concepts d'offre entre St-Etienne et Givors-Ville ne pose pas de problèmes majeurs, pour autant qu'un évitement soit disponible à Rive-de-Gier.

La réalisation des concepts d'offre plus ou moins strictement cadencés entre Ternay et Lyon n'est pas envisageable tant que les autres circulations empruntant cet axe n'améliorent pas notablement leur propre cadencement.

En cas de maintien de la charge actuelle de l'infrastructure sur la rive gauche du Rhône, il convient d'envisager un passage par la rive droite du Rhône pour certains trains semi-directs à destination de Lyon-Perrache; le problème posé par le rebroussement pour atteindre cette dernière gare doit alors être étudié attentivement.

CHAPITRE VI

SIMULATION DE LA DEMANDE

SIMULATION DE LA DEMANDE

Préambule :

L'évaluation de la demande multimodale de déplacements régionaux est un problème complexe qui n'a pas encore fait l'objet de travaux de modélisation éprouvés.

Cela vient du fait que se superposent sur les tronçons ferroviaires tels que St Etienne-Lyon, des trafics de nature très différente :

- les déplacements de courte distance, internes au tronçon, qui représentent sensiblement le tiers du trafic de la liaison, que nous qualifierons de 'bassin d'emploi'.
- les déplacements inter-cités purs entre St Etienne et Lyon, qui en représentent environ le quart (3150 / 13000).
- enfin, les déplacements de longue distance et le transit, soit près de 40% du trafic. Ceux-ci sont soumis à des

Il s'avère donc impossible de modéliser de manière globale ces trafics :

- La part du trajet principal dans le trajet porte-à-porte est très variable selon les diverses échelles,
- les motifs sont également très différents, en conséquence,
- la concurrence modale est également relative à l'échelle (essentiellement selon la distance),
- La sensibilité de ces trois niveaux aux éléments générateurs (qualité de l'offre, fréquences, horaires) est très variable et ne peut être modélisée de manière agrégées.

La demande de transport collectif entre St Etienne et Lyon est pour une part non négligeable, composée de mouvements pendulaires, que ce soient des migrations alternantes ou des déplacements pour motifs professionnels : Les mouvements pendulaires (domicile-travail ou domicile-école) représentent 68% des 3150 déplacements entre les deux villes. On constate de plus une dissymétrie selon le lieu de résidence : sur le trafic des résidents de St-Etienne vers Lyon (2150 env.), 63% sont des déplacements induits par les abonnements de travail, alors que dans l'autre sens, sur les 1000 déplacements effectués par les résidents de la COURLY vers St Etienne, 35% résultent

d'un abonnement de Travail.(1). De plus, les motifs professionnels et domicile-travail des déplacements en voitures particulières, sont chacun de l'ordre de 33%, ce qui représente les deux tiers des 6500 trajets effectués dans un sens entre les deux villes en 1990 (2).

C'est pour l'ensemble de ces raisons que nous proposons d'effectuer une simulation des effets de l'offre selon une décomposition des flux selon le bassin d'emploi, l'inter-cités Lyon-St Etienne et les déplacements de longue distance (y compris le transit sur le tronçon).

Nous avons porté une attention toute particulière à la modélisation du trafic inter-cités. En effet, c'est sur celui-ci que l'amélioration de l'offre aura la plus grande incidence. qui bénéficie de la meilleure amélioration :

en termes de *fréquences* (6 directs+ 5 semi-directs dans chaque sens),
et surtout en termes de *temps de parcours* : amélioration de 10 à 20 minutes de trajet, suivant le scénario d'amélioration envisagée (de 20% à 40% de gain de temps sur les temps actuels).

En revanche, sur les liaisons internes au tronçon (3), plus courtes et présentant une fréquence moindre, les améliorations sont moins spectaculaires : gain de 1 à 8 mn, augmentation de 5 dessertes. Sur les liaisons de longue distance, nous avons distingué celle de St Etienne - Paris, sur laquelle il existe des outils de simulation déjà calibrés des autres relations de longue distance. Nous allons donc tout d'abord simuler l'impact de l'offre sur la desserte inter-cités.

I MODELE INTER-CITES :

La méthode

Afin de simuler les trafics résultant d'une amélioration de l'offre sur la relation inter-cités St-Etienne-Lyon (25% du trafic) à l'horizon 1998, nous avons mis en oeuvre un modèle bi-modal VP+Fer à deux étapes (génération puis affectation modale). Ce modèle fait intervenir les paramètres suivants(4) :

Pour la *répartition modale* :

- le revenu des usagers, (produit normé des revenus des ménages fiscaux des agglomérations),
- le rapport des temps fer-route porte à porte, calculé sur la base du temps de parcours ferroviaire minimum et de l'attente,

(1) source : à partir des titres de transport SNCF 1989.

(2) source : enquête cordon de St Etienne 90. CETE de Lyon.

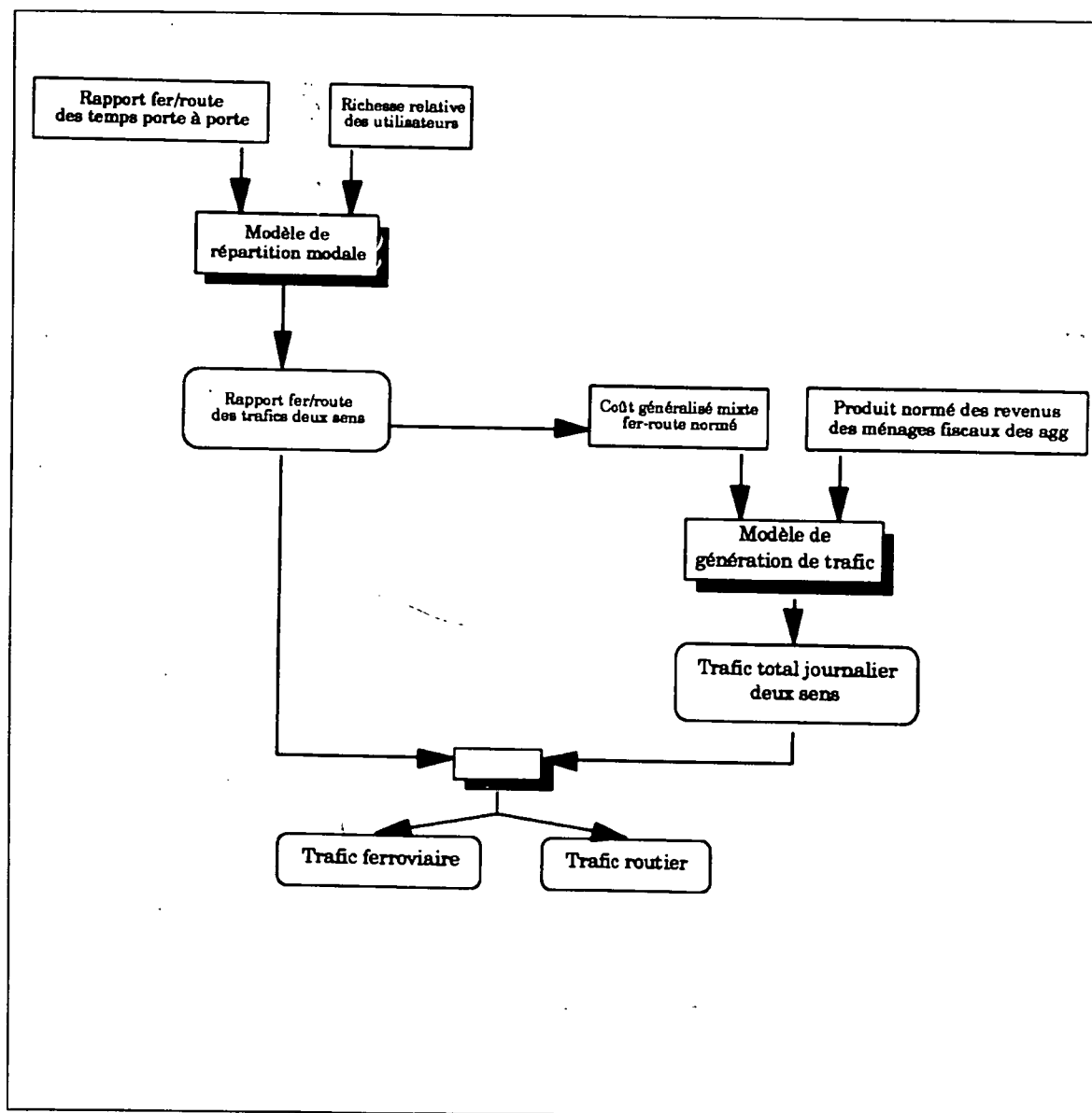
(3) concernant les relations entre les gares de St Etienne, St Chamond, Rive de Gier, Givors et Lyon.

(4) F. BOUET, P. DUMON : "Modélisation du trafic inter-cités en Rhône-Alpes", mémoire de DEA, LET, Oct. 1991, 147 p.

Pour la *génération de trafic* :

- le revenu (produit normé du nombre de ménages et du revenu moyen des ménages fiscaux des agglomérations).
- le coût généralisé mixte fer-route normé :
moyenne pondérée par les trafics calculés par la répartition modale,
 - du coût généralisé routier calculé sur la base d'un coût kilométrique ressenti,
 - du coût généralisé ferroviaire calculé sur la base du temps de parcours minimum et de l'attente.

selon le schéma simplifié suivant :



Formulation :

A la suite d'une série de régressions multiples pas à pas, un certain nombre de paramètres de génération de trafic et de résistance à l'écoulement de ces trafics ont été

sélectionnés (5), sur la base d'un calibrage sur les 12 principales liaisons inter-cités en Rhône-Alpes (6).

Génération de trafic :

T_{ij} , le trafic entre les zones i et j , s'exprime selon l'expression gravitaire suivante :

$$T_{ij} = K[R_i P_i \cdot R_j P_j]^a [c_{ij}]^b$$

R_i et R_j sont les revenus respectifs des habitants des zones i et j ,

P_i et P_j sont les populations respectives des zones i et j ,

$$c_{ij} = (c_{ijf} \cdot t_{ijf} + c_{ijr} \cdot t_{ijr}) / T_{ij}$$

avec c_{ijf} et c_{ijr} , les coûts généralisés du mode ferroviaire et routier (dépendants d'une valeur ressentie du temps pour l'utilisateur et du coût ressenti du trajet, péages, essence, billets, réservations)

t_{ijf} et t_{ijr} sont les trafics respectifs du fer et de la route entre les zones i et j ,

a , b sont les coefficients obtenus par calibrage du modèle.

Choix modal :

Deux paramètres composites ont finalement été retenus, selon la formulation :

$$T_f / T_r = K \cdot (t_f / t_r)^a \cdot (R / R_m)^b$$

où :

T_f , T_r : trafic fer et route,

t_f , t_r : temps de parcours fer et route porte à porte calculés sur la base du temps de parcours ferroviaire minimum et de l'attente.

R : revenu relatif à la liaison, produit des revenus des ménages fiscaux des deux agglomérations i et j ,

R_m : revenu moyen sur l'ensemble des liaisons,

a et b sont les coefficients résultats du calibrage du modèle.

On peut être surpris de ne pas voir explicitement figurer la fréquence de la desserte ferroviaire. Celle-ci est cependant implicitement exprimée par les temps de parcours généralisés ferroviaires, à travers les temps d'attente.

(5) F. BOUET, P. DUMON opus cité, Annexes 3 à 7.

(6) Il s'agit des relations de Lyon avec Grenoble, St Etienne, Chambéry, Annecy, Valence, Roanne et Bourg, de Grenoble avec Chambéry, Annecy et Valence, de St Etienne avec Roanne et enfin de Chambéry avec Annecy.

Calibrage du modèle

Les coefficients ont été obtenus par régression multiple pas à pas sur les expressions logarithmiques de :

$$T_{ij} = 10^K \cdot [R_i P_i \cdot R_j P_j]^a \cdot (c_{ij})^b$$

avec $K=3,747$, $a=0,438$ et $b=-2,007$
écart-types (0,064) (0,264)

Le coefficient de corrélation multiple au carré est : $R^2=89,4\%$

$$T_f/T_r = (10)^{K'} \cdot (t_f/t_r)^{a'} \cdot \text{Log}(R/R_m)^{b'}$$

avec $K'=-0,0544$, $a'=-2,459$, $b'=2,167$
écart-types (0,195) (0,552)

Le coefficient de corrélation multiple au carré est : $R^2=94,7\%$

Dans les deux cas, les tests de signification des coefficients de régression (T de Student) et de non corrélation des résidus (Durbin-Watson) sont vérifiés à un risque inférieur à 5%.

Sensibilité à la valeur du temps

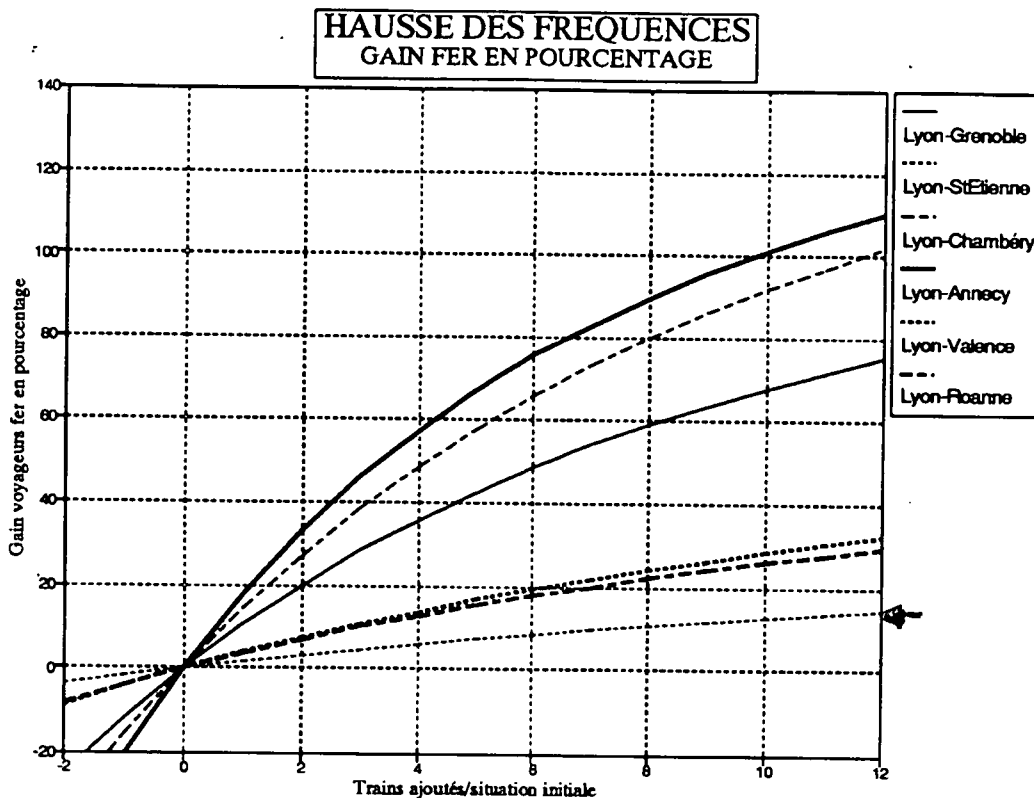
Les valeurs moyennes du temps régulièrement pratiquées sont de l'ordre de 60 F/h pour les usagers des transports ferroviaires et de 120 F/h pour les usagers de la VP. Cependant, le coefficient de corrélation du modèle de génération de trafic augmente avec la valeur du temps ferroviaire et diminue avec celle de la route. Nous avons donc révisé ces éléments normatifs en fixant la valeur du temps ferroviaire à 70f/h et la valeur sur route à 110 F/h.

Sensibilité au prix de revient kilométrique

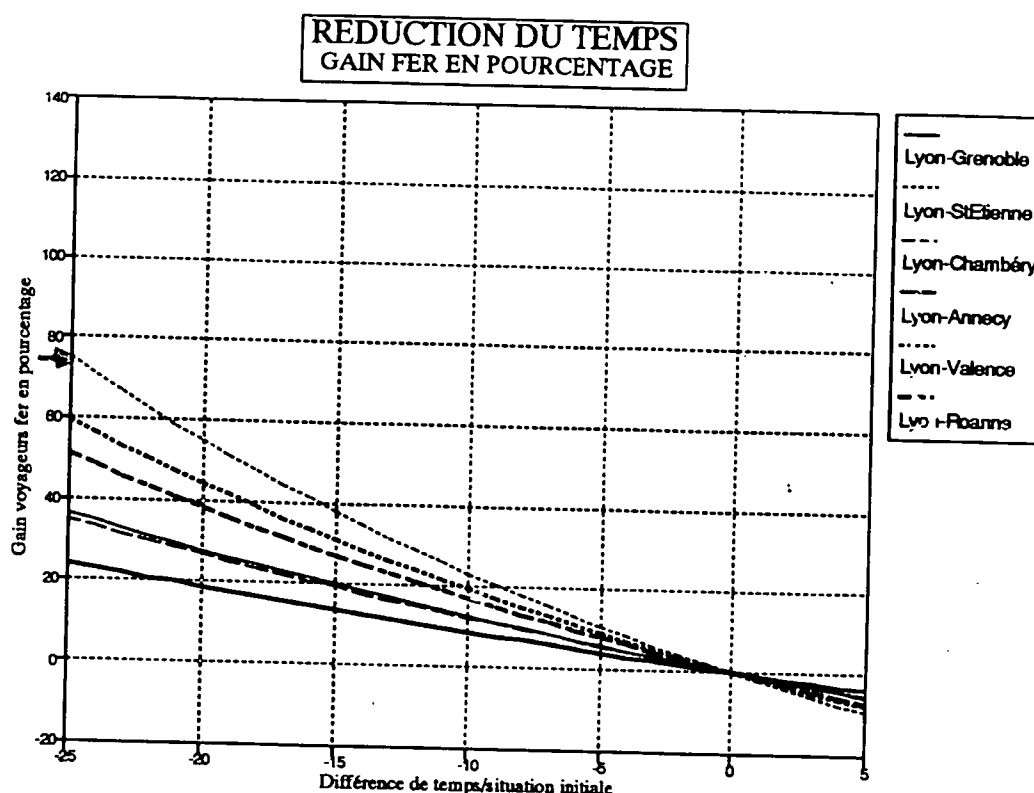
Les temps terminaux ont une part importante dans le transport régional. Ceux-ci représentent en moyenne de 18% à 44% du temps porte-à porte selon les liaisons étudiées, pour la route (temps d'entrée dans les agglomérations) comme pour le fer (temps d'accès en gare). Ceux-ci ont été estimés à partir des enquêtes ménages et de manière normative selon la taille de l'agglomération. La sensibilité des deux modèles de génération de trafic comme de répartition modale est relativement faible. Toutefois, la corrélation augmente si l'on fait croître le temps d'accès en gare et si l'on fait diminuer le temps d'entrée (ou de sortie) des agglomérations. Etant donnée la faible variation observée (moins de 1% de gain de corrélation sur les deux modèles), nous avons conservé les indications fournies par les enquêtes ménage (somme des deux temps d'accès en gare de 42 à 45 minutes et somme des temps d'entrée en agglomération de 24 à 30 mn suivant les liaisons).

Sensibilité du modèle à la fréquence

Le gain en pourcentage du nombre de voyageurs correspondant à un nombre de trains ajoutés est représenté sur le graphique suivant :



Nous constatons que l'effet fréquence sur Lyon-St Etienne est relativement modeste en pourcentage par rapport à d'autres liaisons. Cela s'explique aisément par la situation favorable dont bénéficie cette liaison du fait des fortes fréquences actuelles de STELYRAIL. Il en est tout autrement des gains de trafic obtenus par l'amélioration du temps de parcours :



Résultats des simulations

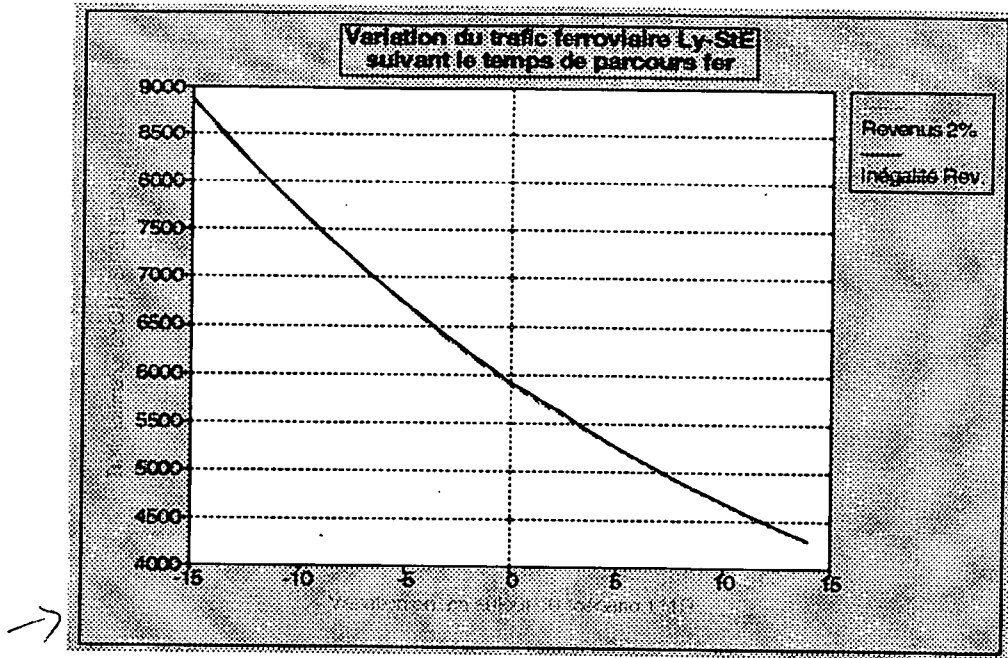
Nous avons pris pour référence le scénario 111R sur Lyon-St Etienne, qui correspond à un temps de parcours de 30mn et à six directs et cinq semi-directs supplémentaires à l'horizon 1998, selon les éléments d'évolution économique suivants :

Premier cas : Augmentation homogène des revenus de 2% par an,

Deuxième cas : accentuation des inégalités de croissance des revenus observée entre 1987 et 1989.

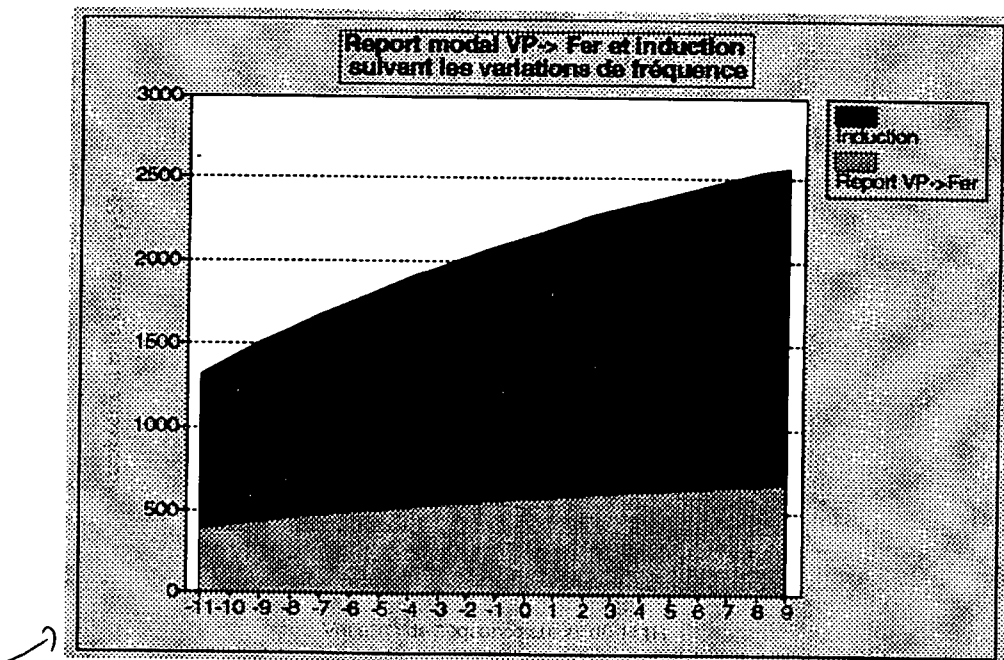
Puis, nous avons fait varier simultanément les fréquences ainsi que les temps de parcours ferroviaire et routier, afin de simuler les incidences que l'on peut attendre des différents scénarios retenus sur l'induction et les reports modaux, en tenant compte d'une évolution de la qualité de l'offre routière (en cas d'augmentation des encombrements d'entrée en agglomérations notamment).

Le graphique suivant représente la variation autour du scénario 111R, des trafics ferroviaires suivant les temps de parcours, selon les deux hypothèses d'évolution des revenus :



Nous constatons que les deux simulations sont pratiquement confondues. Considérant que les évolutions de revenus observées étaient plutôt conjoncturelles, nous avons adopté, dans tout ce qui suit, l'hypothèse d'une évolution homogène des revenus de 2% par an, ce qui est une hypothèse relativement modeste, comparable à l'évolution des années 1980.

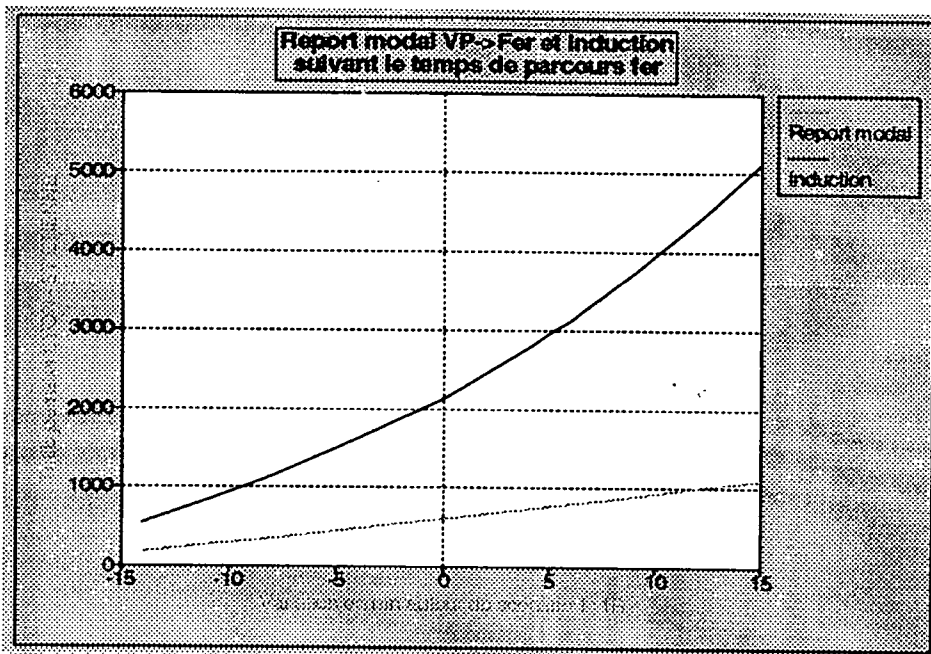
Le graphique suivant représente la variation autour du scénario 111R, des trafics ferroviaires suivant la variation des fréquences inter-cités, selon les deux hypothèses d'évolution des revenus :



Cette simulation montre qu'une augmentation des fréquences agit essentiellement

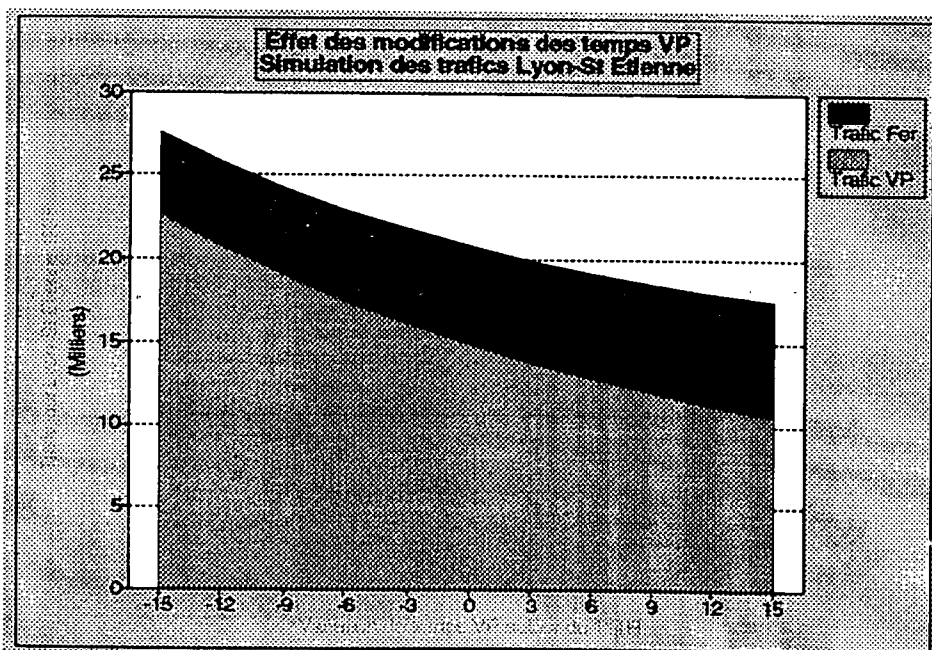
sur l'induction pure de trafic.

Le graphique suivant représente la variation autour du scénario 111R, de la part relative des trafics induit et de report route->fer, suivant le temps de parcours :

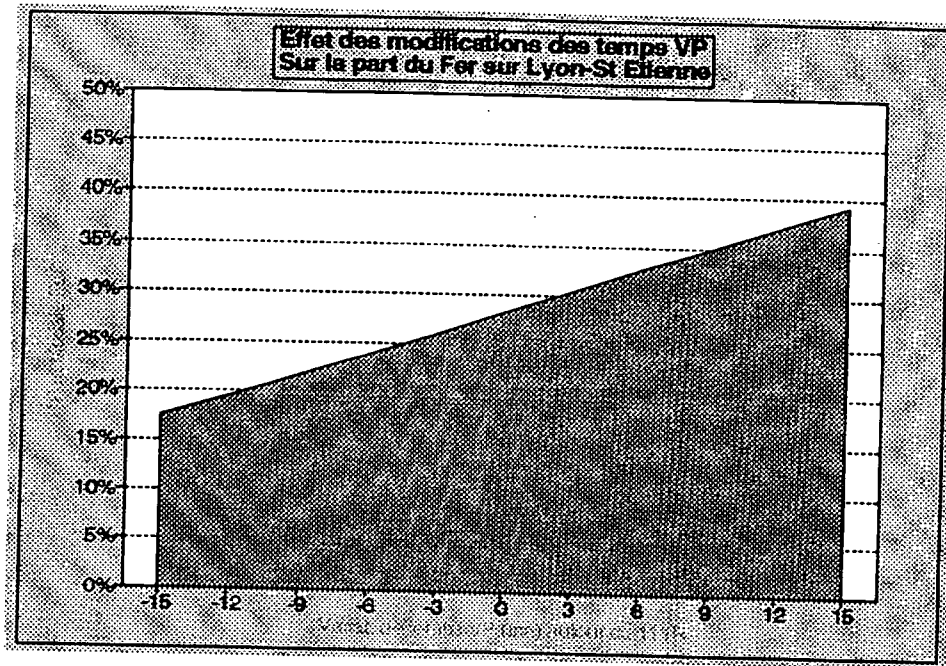


Ici aussi, l'induction est plus sensible au temps de parcours que le report modal. La part des reports dans l'augmentation varie de 30% pour une durée de trajet de 38 mn à 25% pour une durée de 24 mn.

Le graphique suivant représente l'incidence d'un ralentissement autoroutier ou au contraire, d'une amélioration des vitesses autoroutières, sur les trafics ferroviaire et routier.



L'influence de l'offre VP est très forte sur la part du fer : celle-ci varie quasi-linéairement avec la variation du temps de parcours VP (en mn), comme le montre le graphique suivant :



Le tableau ci-dessous représente les différentes simulations de trafic VP et Fer sur les échanges entre Lyon et St Etienne, à l'horizon 1998, sous l'hypothèse d'un accroissement de revenu de 2% par an et d'une offre ferroviaire présentant 6 directs et 5 semi-directs supplémentaires :

Traffic	1989	1998 Fil de l'eau	37 mn	35 mn	30 mn	27mn
Fer	3175	3734	4996	5233	5883	6347
VP		15499	15125	15065	14916	14820
Report			374	434	583	679
Induction			888	1065	1566	1936
TOTAL			1260	1500	2150	2615
%report			30%	29%	27%	26%
% Acc Fer			34%	40%	58%	70%

SIMULATION DES TRAFICS INTER-CITES FER ET VP SELON QUATRE SCÉNARIOS

II SIMULATION DES TRAFICS INTERNES

Une première tentative de modélisation des trafics internes au tronçon a tout d'abord été effectuée selon un modèle plus désagrégé qui prenne en compte l'utilité de chaque train dans la journée selon la demande potentielle à laquelle il répond. Cette approche n'a pas été fructueuse, essentiellement par le manque d'informations fines concernant cette demande potentielle. Les résultats obtenus n'ont pas permis de dégager

des élasticités fiables, les éléments à prendre en compte dans le calibrage d'un tel modèle étant difficiles à estimer, voire inexistant, en ce qui concerne la prise en compte de la demande latente et de sa répartition dans la journée sur un nombre suffisant de liaisons. En effet, dans toutes les tentatives de calibrage que nous avons effectuées sur les données dont nous disposons (sur le bassin d'emploi de Lyon notamment (7)), nous n'avons pas trouvé de variable qui permette une simulation statistiquement valide. Aussi, avons-nous procédé par analogie avec le modèle inter-cités appliqué à Lyon-St Etienne, en utilisant les élasticités aux modifications de fréquences et aux diminutions des temps de parcours, sur les principales relations internes au tronçon. Il s'agit des six relations :

Lyon - Givors,
Lyon - Rive-de-Gier,
Lyon - St-Chamond,
St-Etienne - St-Chamond,
St Etienne - Rive-de-Gier,
St Etienne - Givors.

Les améliorations attendues par les différents scénarios retenus sur ces relations sont de 5 trains supplémentaires dans chaque sens et des gains de temps suivants :

Scénario	30mn	35mn	37mn	27mn
gain de temps en mn :				
LYON-GIV	-4	-3	-2	-5
STET-GIVORS	-4	-3	-2	-5
LYON-RIVEDG	-6	-5	-4	-7
STET-RIVEDG	-2	-1	-1	-3
LYON-STCHAM	-7	-6	-5	-8
STET-STCHAM	-1	-1	-1	-1

Nous obtenons les accroissements suivants, à partir des élasticités obtenues par le modèle inter-cités :

HYPOTHESE INTCITE	TRAF89	30	35	37	27
LYON-GIVORS	1372	17,3%	14,6%	9,8%	19,9%
STET-GIVORS	194	17,3%	14,6%	9,8%	19,9%
LYON-RIVEDG	812	22,5%	19,9%	17,3%	25,5%
STET-RIVEDG	325	9,8%	4,9%	4,9%	14,6%
LYON-STCHAM	666	25,5%	22,5%	19,9%	28,4%
STET-STCHAM	404	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%

et les trafics correspondants :

(7) Cf "Préparation d'un plan à long terme des transports publics dans la région Lyonnaise", Rapport n°3 : "fiches signalétiques par axe.", LET, Service Transport du département du Rhône, nov.1990.

HYPOTHESE INTCITE	TRAF98	TRAF89	30	35	37	27
	fil eau					
LYON-GIVORS	1544	1372	1810	1770	1694	1851
STET-GIVORS	218	194	256	250	240	262
LYON-RIVEDG	914	812	1119	1095	1071	1146
STET-RIVEDG	366	325	401	383	383	419
LYON-STCHAM	749	666	940	918	898	962
STET-STCHAM	455	404	477	477	477	477

Les trafics internes autres que les précédents (de l'ordre de 500 déplacements journaliers en 1989) ont été supposés suivre le fil de l'eau (de l'ordre de 600 en 1998), étant données leur diffusion et ~~sa~~ leur aspect marginal.

III SIMULATION DES TRAFICS LONGUE DISTANCE

Les améliorations apportées en termes de performances sont relatives (gain de l'ordre du quart d'heure sur des relations de durée de plusieurs heures). De plus, si les correspondances seront améliorées du fait de l'augmentation des fréquences, nous pouvons ~~plus~~ attendre que celles-ci resteront assez faibles.

La relation TGV avec Paris.

Nous avons appliqué un modèle économétrique simplifié monomodal habituellement utilisé par la SNCF dans la modélisation des trafics ferroviaires avec Paris pour lesquelles la concurrence aérienne joue à la marge (avec un peu plus de 70 000 voyages annuels, ceux-ci représentent environ 20% du trafic total entre St Etienne et Paris).

Ce modèle s'appuie sur un calibrage d'un modèle gravitaire à coût généralisé de la forme (8) :

$$T_i = K \cdot P_i^a \cdot R_i^b / C_i^c$$

où :

T_i = trafic ferroviaire 2ème Cl. ou 1ère classe entre Paris et St Etienne

P_i = population de l'agglomération de St Etienne,

R_i = indice de revenu de St Etienne,

$C_i = p + h \cdot (t + 0,5 \cdot (18 - t) / (f - 1) + 0,5 \cdot (r/f)2 + C)$

p = prix du billet,

(8) Pour plus de détail, lire G.DOBIAIS "Les transports interrégionaux de personnes - outils de politique et de gestion.", Presses de Ponts et Chaussées, 1989, pp. 132-134.

t = temps de trajet moyen,

f = fréquence des trains sur la relation,

r = nombre de changements,

C = temps de trajets terminaux (fixés à 1h. pour la première classe et à 2h. pour la seconde classe),

h = valeur du temps moyenne des voyageurs (réactualisée à 45 F. pour la seconde classe et à 116 F. pour la première classe en 1989).

Ce qui nous donne les simulations suivantes :

	1989	FIL EAU	30 mn	35 mn	37 mn	27 mn
STET-IDF	1256	1501	1748	1727	1716	1770

Les trafics régionaux

Pour les autres échanges intérieurs et extérieurs à Rhône-Alpes, qui représentent des trafics assez élevés, nous appliquerons les élasticités obtenues par le modèle inter-cités de la manière suivante :

REGION SNCF								
1989	LYON	CHAMB	IDF	EST	NORD	OUEST	SUD	TOTAL
STET	1028	154	1221	105	138		241	3487
LYON	0	0	0	0	0	600		600
DIST MOY	137	211	453	500	600	200	250	
DUREE MOY	100	140	177	350	420	140	175	

TRAFIC SIMULE										
en tenant compte de la distance										
Région SNCF	LYON	CHAMB	IDF	EST	NORD	OUEST	SUD	TOTAL	%	
FIL EAU	0	1157	173	1374	118	155	675	271	3923	12,5
30	-17	1409	192	1525	119	156	821	292	4515	0,155
35	-12	1329	186	1477	119	156	775	286	4328	0,106
37	-10	1298	184	1458	119	156	757	283	4255	0,087
27	-20	1459	196	1555	120	156	151	297	4634	0,186
Corr. Dist.	1,41	0,71	0,71	0,06	0,03	1,40	0,50			

Les transits ont été jugés comme ne subissant pas un effet bénéfique de l'offre chiffrable et nous les avons fait évoluer selon le fil de l'eau. Nous pouvons maintenant proposer des éléments de simulation globale des trafics.

IV SIMULATION DES TRAFICS TOTAUX ATTENDUS A L'HORIZON DE L'ÉTUDE (1998)

Trafic Total enregistré sur le tronçon :

	1989	FIL EAU	30 mn	35 mn	37 mn	27 mn	dist	coeff annuel
INTCITE	3175	3734	5883	5233	4996	6347	59	256,6
STET-IDF	1256	1501	1748	1727	1716	1770	59	365
INTERNE	519	602	602	602	602	602	48	256,6
LYON-GIVO	1372	1614	1810	1770	1694	1851	22	256,6
STET-GIVO	194	228	256	250	240	262	37	256,6
LYON-RIVE	812	955	1119	1095	1071	1146	38	256,6
STET-RIVE	325	382	401	383	383	419	21	256,6
LYON-STCA	666	783	940	918	898	962	48	256,6
STET-STCH	404	475	477	477	477	477	11	256,6
Long Dist	3487	3922	4515	4327	4255	4633	59	365
Transit	1056	1228	1228	1228	1228	1228	59	365
TOTAL	13265	15425	18979	18010	17560	19697		
%		16,3%	43,1%	35,8%	32,4%	48,5%		
%induit			23,0%	16,8%	13,8%	27,7%		

A. corriger

En regroupant l'ensemble des trafics internes dans la même rubrique et les trafics de transit avec les échanges "longue distance", nous obtenons les évolutions suivantes :

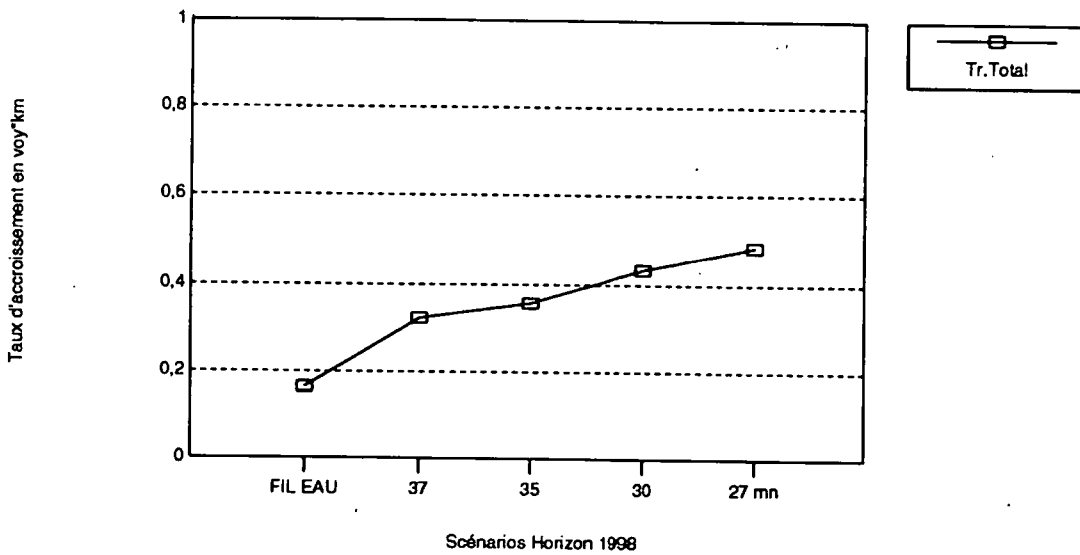
% evolution

	FIL EAU	30 mn	35 mn	37 mn	27 mn
INTCITE	17,6%	85,3%	64,8%	57,4%	99,9%
STET-PARI	19,5%	39,2%	37,5%	36,6%	40,9%
INTERNE	17,4%	30,6%	28,1%	25,0%	33,3%
LONG DIST	13,4%	26,4%	22,3%	20,7%	29,0%
TOTAL	16,3%	43,1%	35,8%	32,4%	48,5%
%induit		23,0%	16,8%	13,8%	27,7%

Nous en déduisons les trafics kilométriques annuels, par la multiplication par la distance moyenne et par le coefficient de passage des trafics journaliers aux trafics annuels issus de la billetterie et des différents titres de transport :

Evolution des trafics Lyon-StEtienne

selon les divers scénarios



VOY*KM (en milliers)

	1989	FIL EAU	30 mn	35 mn	37 mn	27 mn
INTCITE	48068	56531	89065	79224	75636	96090
STET-PARI	27048	32324	37643	37191	36954	38117
INTERNE	34979	41053	46063	45178	44174	46983
SS-TOTAL	110095	129908	172772	161594	156765	181190
LONG DIST	97834	110903	123674	119625	118075	126215
TOTAL	207929	240811	296445	281219	274839	307404
VK suppl		32883	88517	73291	66911	99476
VK induits			55634	40408	34028	66593

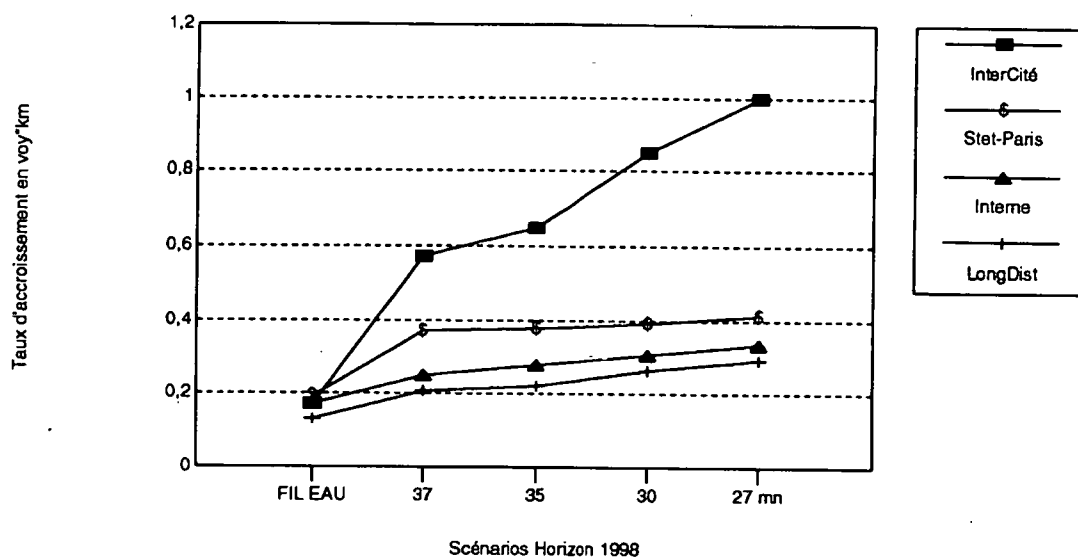
A.
corriger

Le graphique suivant montre les évolutions comparées selon ces quatre types de desserte :

1200
x 300
x 48

Evolution des trafics Lyon-StEtienne

selon les divers scénarios



Discussion des résultats

Cette modélisation ne nous procure bien entendu que des ordres de grandeur, pour tenter de simuler un effet d'offre à moyen terme. Les résultats obtenus peuvent être relativisés selon les hypothèses prises et la spécificité de la relation Lyon-St-Etienne.

De par sa proximité avec Lyon, St Etienne joue un rôle assez atypique dans les relations inter-cités Rhône-Alpes. Cependant, cette relation est la mieux ajustée par le modèle, ce qui nous laisse à penser que les erreurs structurelles de la modélisation inter-cités sont dans notre cas minimisées.

Les éléments qui tirent les estimations effectuées vers le haut sont l'éventualité d'une dégradation de l'offre routière à l'horizon 1998, ainsi qu'une augmentation de revenu supérieure à 2% par an, cette projection pouvant être considérée comme relativement modeste pour la décennie à venir. De plus, nous n'avons pas fait subir d'évolution supérieure au fil de l'eau à environ 15% des trafics (interne diffus et transit).

Cependant, l'évolution des trafics inter-cités sur Lyon-st-Etienne est peut-être surestimée, de par le calibrage du modèle sur des liaisons où les trafics de bassin d'emploi sont en moyenne plus faibles que sur Lyon-St-Etienne. On peut en effet supposer que la sensibilité aux améliorations de l'offre est variable suivant les motifs de déplacements, ce dont nous n'avons pas tenu compte dans la modélisation.

CHAPITRE VII

BILAN FINANCIER ET SOCIO-ECONOMIQUE

VII - BILAN FINANCIER ET SOCIO-ECONOMIQUE

L'évaluation des différents scénarios et phases intermédiaires porte en dernier lieu sur la rentabilité économique des solutions du point de vue de l'opérateur, puis du point de vue plus global de la Collectivité.

Par la suite, il sera distingué :

- en premier lieu, la rentabilité financière des différents scénarios qui rapporte le coût de l'investissement à l'évolution du compte d'exploitation,
- en second lieu, l'impact du projet pour la Collectivité et l'intérêt socio-économique des scénarios.

VII.1 - Bilan financier

Pour établir le bilan financier des scénarios, il est nécessaire de décomposer les différents éléments du calcul en précisant pour chacun les hypothèses retenues.

Seront présentés successivement :

- les recettes d'exploitation (liées directement à l'évaluation de la demande),
- les coûts d'exploitation (liés au schéma d'exploitation et aux options de matériel roulant),
- le bilan d'exploitation,
- les coûts d'investissement par scénario (comprenant l'infrastructure et le matériel roulant),
- enfin, le bilan financier donnant une estimation du taux de rentabilité financière de l'opération.

VII.1.1 - Estimation de l'accroissement annuel des recettes d'exploitation

Compte tenu de la sensibilité du modèle utilisé pour simuler l'accroissement de la demande ferroviaire, les scénarios ont été regroupés par famille sur la base des temps de parcours réalisés.

Quatre familles de scénarios ont été distinguées :

- les scénarios offrant un temps de parcours de 30 minutes ; y sont regroupées les variantes suivantes présentant un écart de + ou - 2 minutes par rapport à ce temps :
 - variante 111 R,
 - variante 311 R,
 - variante 312 R,
 - variante 313 R.

- les scénarios offrant un temps de parcours de 35 minutes ; les variantes qui y sont regroupées présentent un écart de - 2 minutes par rapport à ce temps :
 - variante 001 R,
 - variante 010 R,
 - variante 310 R,
 - variante 011 R.

- le scénario qui permet de réaliser le parcours en 37 minutes et qui correspond à la construction du Pont sur le RHONE : 000 R. Il constitue l'investissement minimum à réaliser pour réduire le temps de parcours dans les meilleures conditions économiques.

- le scénario offrant le temps de parcours le plus court, avec 27 minutes de trajet : 333 R. Il correspond à une solution maximum requérant la totalité des investissements relatifs à l'infrastructure ferroviaire.

C'est par rapport à ces quatre grandes familles de projet dont les temps de parcours sont bien distincts que l'on estimera les recettes et, a fortiori, les résultats d'exploitation.

Rappelons ici que :

- le trafic ferroviaire est donné en différentiel par rapport à la situation 1989. Il s'agit donc d'un trafic annuel supplémentaire.

- la simulation de la demande ferroviaire a retenu comme hypothèse :
 - une situation que l'on peut qualifier de "fil de l'eau" pour l'infrastructure routière, sans amélioration, ni dégradation notable,
 - une croissance linéaire des revenus fixée à 2 % l'an.

On peut résumer dans le tableau suivant les données de trafic qui serviront de base à l'estimation des recettes :

Scénario Trafic	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes (000 R)	Variante à 27 minutes (333 R)
Trafic journalier	18 979	18 010	17 560	19 697
Pourcentage d'évolution par rapport à 1989	43 %	36 %	32 %	48,5 %

Pour chacune des variantes, les recettes annuelles d'exploitation correspondantes sont estimées sur la base :

- du parcours moyen des utilisateurs de la liaison SAINT-ETIENNE/LYON, observé en 1990. La distance moyenne a fait l'objet d'une approche désagrégée et a pu être différencié en fonction du type de trafic,
- de la recette unitaire moyenne en km correspondant à l'année 1990. Cette dernière a été évaluée par la SNCF à 0,4236 Frs,
- des coefficients de passage d'un jour JOB à l'année. Là aussi, l'approche désagrégée a permis d'établir ce coefficient pour les différents types de trafic.

Ainsi, on obtient les recettes à partir du calcul suivant :

$$\text{Recettes d'exploitation} = \text{Accroissement attendu du trafic journalier} \\ \times \text{coefficient de passage pour JOB/année} \\ \times \text{parcours moyen} \\ \times \text{recette unitaire moyenne/km.}$$

Cette méthode de calcul présuppose une stabilité du profil actuel de clientèle sur la ligne SAINT-ETIENNE/LYON, ce qui tendrait à une certaine sous-estimation des recettes. Aucune hypothèse ne pouvant être sérieusement élaborée pour ce qui concerne un profil prévisible de clientèle, la situation actuelle constitue la référence la plus solide pour le calcul des recettes d'exploitation.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus pour chacune des variantes :

Scénario	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes (000 R)	Variante à 27 minutes (333 R)
Recettes				
Voyages/km supplémentaires (en milliers)	88 517	73 291	66 911	99 476
Recettes supplémentaires (en milliers de francs)	37 496	31 046	28 343	42 138

Précisons à nouveau que le procédé de simulation de la demande ferroviaire nous permet uniquement de retenir des ordres de grandeur sur le plan des données d'exploitation. Il faut donc raisonner avec prudence à partir de ces ordres de grandeur qui permettent tout de même d'estimer le niveau d'accroissement annuel des recettes que l'on peut attendre à l'horizon 1998 avec une offre nouvelle.

Enfin, il faut noter que cette estimation des recettes prend en compte l'accroissement global du trafic sur la liaison SAINT ETIENNE/LYON, tous types confondus.

Ces recettes reviendront donc pour partie aux Collectivités locales, gestionnaires de STELYRAIL et pour partie à la SNCF, exploitant pour son propre compte certaines des liaisons qui bénéficieront également d'une induction de trafic.

A ce stade du bilan, il reste préférable de raisonner globalement et de considérer le gain de trafic et donc de recettes d'une manière agrégée.

VII.1.2 - Estimation des dépenses d'exploitation supplémentaires

Nombre de circulations supplémentaires

Les dépenses d'exploitation sont évaluées à partir du nombre de circulations supplémentaires à créer induites par le schéma d'exploitation retenu dont la faisabilité a été; par ailleurs, testée (c.f. chapitre V).

Pour cela, nous avons calculé le nombre de circulations totales que nécessite le schéma d'exploitation (1). La fréquence de 15 minutes pour les dessertes de bassins d'emplois en heure de pointe a été choisie en raison des avantages qu'elle présente sur le plan de la faisabilité (moins grande pénalisation des trains semi-directs, contrainte moins forte au niveau du complexe lyonnais et du parc de matériel roulant).

Par comparaison avec le nombre de circulations actuelles, nous avons pu en déduire le nombre de circulations supplémentaires. Ceci suppose bien sûr que les circulations actuelles soient placées à l'horaire de sorte qu'elles remplissent les conditions du schéma d'exploitation.

	Circulations actuelles Hiver 1990-91	Circulations totales nécessaires pour le schéma d'exploitation	Circulations supplémentaires
Liaisons directes	10	22	12
Liaisons semi-directes et omnibus	58	68	10

Desserte intercités = un train toutes les heures entre 5 h 00 et 9 h 00 et entre 16 h 00 et 20 h 00 + un train en milieu de journée.

Desserte de bassin d'emploi : un train toutes les 15 minutes pendant les heures de pointe (6 h 00 - 8 h 00 et 17 h - 19 h 00) ;

- un train toutes les 30 minutes durant l'heure précédant ou suivant la période de pointe ;

- un train par heure en période creuse.

Les relations intercités correspondent aux liaisons directes et les relations de bassin d'emplois correspondent aux liaisons semi-directes ainsi qu'aux liaisons omnibus.

Au total, il est nécessaire de créer, deux sens confondus :

- 12 liaisons directes,
- 10 liaisons semi-directes ou omnibus.

Estimation du coût annuel d'exploitation d'une circulation

L'outil servant de base aux évaluations est le barème FC 12 K de la SNCF exprimé en francs 1991 pour tous les types de matériel roulant à l'exception du Pendolino.

- . Nous avons fait l'hypothèse que le matériel roulant était propriété des Collectivités qui, par ailleurs, supportent donc leur coût d'achat. Ce calcul des coûts d'exploitation se fait donc hors annuités.
- . Pour le reste, le calcul est mené poste par poste et dépend principalement de la composition du train, du temps de parcours, de la distance kilométrique et enfin du nombre de jours de mise en service.

Composition du train : nous avons pris en compte deux types de matériel conventionnel : Z 2 et RRR 4 (capacité offerte = 360 à 400 places).

Pour le Pendolino, le coût d'exploitation s'exprime en variation par rapport à un coût de référence. (c.f. chapitre II).

Temps de parcours : les quatre familles de scénarios sont reprises, 30 minutes, 35 minutes, 37 minutes et 27 minutes.

Distance kilométrique : 60 km (les variantes de tracé introduisent des variations toujours inférieures à 1 km).

Nombre de jours de mise en service : 300 jours. Ce choix se justifie par le fait que l'on raisonne en jour JOB pour l'évaluation de la demande et qu'il est donc indispensable de retenir la même démarche pour l'estimation des coûts d'exploitation.

Ainsi, on obtient le tableau suivant des coûts annuels d'exploitation par circulation :

Liaisons directes

Coût annuel d'exploitation en milliers de francs	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Matériel Z 2	747	765	776	-
Matériel RRR 4	932	957	982	-

Liaisons semi-directes

Coût annuel d'exploitation (en milliers de francs)	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Matériel Z 2	794	806	817	-
Matériel RRR 4	999	1016	1033	-

Les coûts d'exploitation pour les liaisons semi-directes sont légèrement plus élevés car les temps de parcours sont supérieurs aux temps sur liaisons directes.

En ce qui concerne le matériel Pendolino, les coûts d'exploitation ne font pas apparaître de variation significative, ni en termes de surcoût d'entretien, ni en termes de gain sur l'usure des voies (c.f. chapitre II).

Ainsi, le coût annuel d'exploitation d'une formation Pendolino est considéré comme identique à un matériel conventionnel.

Nous prendrons comme matériel conventionnel de référence les rames RRR 4.

Cette hypothèse tendrait à conduire à une probable surestimation du coût du Pendolino en raison de son poids et de sa consommation d'énergie relativement plus faible.

Estimation du coût d'exploitation annuel des circulations supplémentaires

Type de matériel		Coûts d'exploitation annuels des circulations supplémentaires (en milliers de francs)			
Liaisons directes	Liaisons semi-directes	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Z 2	Z 2	16 904	17 240	17 482	-
Z 2	RRR 4	18 284	19 340	19 642	-
Pendolino	RRR 4	21 174	21 644	22 114	20 507
Pendolino	Z 2	19 124	19 544	19 954	18 654
RRR 4	RRR 4	21 174	21 644	22 114	-

L'ensemble des combinaisons "matériel roulant" a été évalué. Il semble cependant que deux configurations soient plus adaptées à l'objectif poursuivi d'amélioration de l'image du service, notamment sur les liaisons directes.

Liaisons directes : utilisation d'un matériel Z 2 ou Pendolino pour améliorer l'image de la desserte

Liaisons semi-directes
ou omnibus : maintien du parc actuel STELYRAIL en RRR 4 qui, sur le plan du coût d'achat, permet une réduction sensible du montant de l'investissement à réaliser en matériel roulant.

Ce sont ces deux hypothèses qui seront retenues pour établir le bilan d'exploitation.

Cas 1 : Z 2 pour liaisons directes,
RRR 4 pour liaisons semi-directes.

Cas 2 : Pendolino pour liaisons directes,
RRR 4 pour liaisons semi-directes.

De plus, pour la variante à 27 minutes, seul le Pendolino est retenu pour les liaisons directes, le matériel conventionnel n'étant pas adapté pour une vitesse de 200 km/h.

VII.1.3 - Le bilan d'exploitation

Le bilan d'exploitation résulte de la différence existant entre les recettes d'exploitation supplémentaires et les coûts d'exploitation supplémentaires engendrés par le projet. Il contient tous les calculs et hypothèses précédents.

Le tableau suivant donne les résultats d'exploitation, en milliers de francs par an :

En milliers de francs	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Recettes supplémentaires	37 496	31 046	28 343	42 138
Dépenses supplémentaires				
<u>Cas 1</u> : Z 2/RRR 4	18 284	19 280	19 642	-
<u>Cas 2</u> : Pendolino/RRR 4	21 174	21 664	22 114	20 504
Résultat d'exploitation				
<u>Cas 1</u> : (Z 2/RRR 4)	+ 19 212	+ 11 766	+ 8 701	-
<u>Cas 2</u> : (Pendolino/RRR 4)	+ 16 322	+ 9 402	+ 6 229	+ 21 634

On constate que les résultats d'exploitation sont positifs, quels que soient les aménagements retenus. Ils croissent bien sûr avec la réduction du temps de parcours qui augmente l'induction de trafic.

En raison d'un coût d'exploitation légèrement plus élevé (environ 2,5 MF), la solution Pendolino fait apparaître des gains d'exploitation légèrement plus faibles. Elle reste, en revanche, la seule qui permette d'avoir pour un temps de parcours de 27 minutes un matériel adéquat aux aménagements d'infrastructure.

Rappelons ici que l'excédent d'exploitation enregistré correspond à un gain global qui bénéficiera pour partie aux Collectivités locales responsables de STELYRAIL et pour partie à la SNCF.

VII.1.4 - Les coûts d'investissement par scénario

Les coûts totaux d'investissement par scénario comprennent :

- d'une part les coûts relatifs à l'infrastructure ferroviaire (génie civil, voie, signalisation, ligne aérienne, acquisitions foncières et perte d'exploitation) ; ceux-ci divergent selon l'aménagement retenu et ont été estimés par scénario au chapitre IV,

- d'autre part, les coûts d'achat du matériel roulant ; ces derniers sont, par contre, valables pour l'ensemble des scénarios.

Il est indispensable pour cela de connaître :

- le nombre de rames supplémentaires nécessaires,
- le coût unitaire d'achat des formations Z 2, RRR 4 et Pendolino (offrant des capacités équivalentes),
- le coût d'investissement total pour le projet

Le nombre de rames supplémentaires nécessaires peut être estimée ainsi :

- pour les liaisons directes : 3 compositions,
- pour les liaisons semi-directes : 10 compositions nécessaires, sauf s'il s'agit de rames RRR 4 qui sont déjà au nombre de 6.

Le tableau suivant résume clairement les données :

Nombre de compositions à acquérir	Matériel RRR 4	Matériel Z 2	Matériel Pendolino
Liaisons directes	3	3	3
Liaisons semi-directes ou omnibus	4	10	10

Le coût unitaire d'achat des compositions RRR4, Z 2 et Pendolino est le suivant :

- RRR 4 = 16,7 Millions de Francs.
- Z 2 = 20,0 Millions de Francs (hors frais d'étude, lancement et outillage liés à la rupture d'une chaîne de fabrication).

Ces coûts sont estimés par la Société GEC ALSTHOM et exprimés en Francs valeur décembre 1990.

- Pendolino = 110,0 Millions de Francs 1990 (cf Chap.II)

Le coût d'investissement total en matériel roulant est donné par le tableau suivant :

Type de matériel		Coût d'achat du matériel roulant (en MF)
Liaisons directes	Liaisons semi-directes	
RRR 4	RRR 4	116,9 + 1787
Pendolino	Z 2	530
Pendolino	RRR 4	396,8 —
Z 2	RRR 4	126,8 —
Z 2	Z 2	260

VII.1.5 - Bilan financier des différents scénarios

Il est possible d'obtenir des temps de parcours de 30, 35, 37 ou 27 minutes à partir de scénarios d'aménagements et de solutions de matériel roulant différents. Or, ces combinaisons présentent des coûts d'investissement qui ne sont pas équivalents.

Pour un temps de parcours de 27 minutes, il n'existe qu'une seule combinaison scénario d'aménagement/matériel roulant :

- scénario 333 R + Pendolino/RRRR 4

Pour un temps de parcours de 37 minutes, là encore, une seule solution apparaît :

- scénario 000 R + Z 2/RRR 4.

Pour un temps de parcours de 35 minutes, deux types de combinaison sont possibles. L'on se souvient que cette famille regroupe les solutions proches de 35 minutes. Pour l'estimation des coûts d'investissement, il semble cependant intéressant de distinguer d'une manière précise les variantes à 35 minutes et à 33 minutes.

35 minutes :

- scénario 001 R + Z 2/RRR 4
- scénario 000 R + Pendolino/RRR 4

33 minutes

- scénario 011 R + Z 2/RRR 4

- scénario 001 R + Pendolino/RRR 4

Pour les temps de parcours 35 et 33 minutes, l'utilisation du Pendolino permet de réduire le coût à la minute gagnée par rapport à l'utilisation d'un matériel conventionnel. En effet, on réduit alors le temps de parcours dans les mêmes proportions avec un investissement relatif à l'aménagement de la ligne bien moindre.

Pour un temps de parcours de 30 minutes, une solution s'impose.

Il s'agit de :

- scénario 111 R + Pendolino/RR4

L'estimation des coûts d'investissement prend en compte ces différentes combinaisons.

Le tableau suivant synthétise les principaux éléments qui permettent d'établir le bilan financier des combinaisons scénario/matériel roulant. Le taux de rentabilité financière est donc calculé en rapportant la variation du compte d'exploitation à l'investissement requis.

en millions de francs	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes		Variante à 33 minutes		Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
		001 R + Z 2/RRR 4	000 R + Pendolino/RRR 4	011 R + Z 2/RRR 4	001 R + Pendolino/RRR 4		
Combinaison scénario/matériel roulant	111 R + Pendolino/RRR 4	001 R + Z 2/RRR 4	000 R + Pendolino/RRR 4	011 R + Z 2/RRR 4	001 R + Pendolino/RRR 4	000 R + Z 2/RRR 4	333 R + Pendolino/RRR 4
Résultat d'exploitation	+ 16,3	+ 11,8	+ 9,4	+ 11,8	+ 9,4	+ 8,7	+ 21,6
Coût d'investissement							
. aménagement de la ligne	1 724,00	1 064,00	573,00	1 312,00	1 064,00	573,00	4 099,00
. matériel roulant	397,00	127,00	397,00	127,00	397,00	127,00	397,00
total	2 121,00	1 191,00	970,00	1 439,00	1 461,00	700,00	4 496,00
Taux de rentabilité financière	0,8 %	1 %	1 %	0,8 %	0,6 %	1,3 %	0,5 %

VII.2 - Impact des scénarios pour la collectivité

La réalisation de tels aménagements de la liaison SAINT ETIENNE/LYON présente en dehors de l'approche financière des avantages sur le plan socio-économique.

En réduisant sensiblement le temps de parcours d'une ville à l'autre, les aménagements retenus induisent un trafic supplémentaire non négligeable et se traduisent par de multiples impacts.

Gain de temps

Une amélioration radicale de la liaison SAINT ETIENNE/LYON, telle qu'elle est ici proposée, apporte aux populations desservies (agglomération stéphanoise, vallée du Gier, GIVORS, LYON) une sensible amélioration des conditions de transport tant sur le plan de la fréquence du service que sur le plan du temps de parcours.

A la régularité garantie du temps de déplacement en train par rapport à la voiture particulière qui souffre de difficultés de congestion, notamment à l'abord des centres-ville, s'ajoutent des gains de temps réel pour les usagers des transports publics.

Le gain de temps obtenu par l'amélioration de la liaison diffère selon les scénarios.

	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Gain de temps sur les déplacements de ville à ville par rapport à la situation de référence (44 minutes)	14'	9'	7'	17'
Gain total annuel	17,3 millions d'heures	10,3 millions d'heures	7,8 millions d'heures	22,0 millions d'heures
Gain de temps monétarisé	830 MF	494 MF	374 MF	1 056 MF

En raison de la complexité des types de déplacement et de la configuration du modèle de demande, il n'est possible d'évaluer les gains de temps et l'ensemble des avantages monétarisables que pour les déplacements intercités (ou de ville à ville).

Ainsi, on estime, à partir du trafic annuel induit que le gain total oscille entre 22 millions et 8 millions d'heures, soit entre 1056 et 374 millions de francs par an (base 48 F l'heure).

Report modal

L'amélioration de la liaison SAINT ETIENNE/LYON entraînera vraisemblablement un report modal des automobilistes vers le transport public.

Pour ce qui concerne les déplacements ville à ville, le report modal peut être évalué autour de 30 % du trafic induit par la nouvelle offre à l'horizon 1998.

Le report modal se traduit par des usagers-km et des voitures-km en moins sur la route.

	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Trafic induit journalier	2 150	1 500	1 260	2 610
Report modal journalier	580	435	380	680
% par rapport à la situation 1998 "fil de l'eau"	27 %	29 %	30 %	26 %
Usagers-km/an en moins (en milliers)	8 784	6 581	5 732	10 285
Voitures-km/an en moins (en milliers)	6 412	4 804	4 184	7 507

La réduction du nombre de déplacements en automobile et l'amélioration des conditions de circulation pour ceux qui continueront à l'utiliser entraînera :

- une diminution des accidents (réduction du nombre de morts, de dégâts matériels et dépenses hospitalières).

L'économie correspondante est évaluée sur la base d'un coût unitaire de 0,40 F par usager-km, estimée par le ministre des Transports,

- une réduction de dépenses pour les usagers sur la base d'un coût moyen à la voiture-km de 1,80 F.

Avantages monétarisables

L'ensemble des avantages monétarisables pour la Collectivité peut se récapituler ainsi, en millions de francs par an :

	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes	Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Gain de temps monétarisé pour les usagers	830	494	374	1 056
Gain de sécurité	3,5	2,6	2,3	4,1
Gain de dépenses d'utilisation de la voiture	11,5	8,6	7,5	13,5
Total	845,0	505,2	383,8	1 073,6

Autres impacts

Certains effets non monétarisables renforcent également l'intérêt d'une amélioration radicale de la liaison.

Il s'agit d'effets tels que :

- la réduction de la consommation d'énergie grâce à l'utilisation accrue du transport en commun par rapport à la voiture particulière,
- la réduction de la pollution atmosphérique liée à un rejet de gaz d'échappement (Co et Co²) moindre,
- un désengorgement des voiries pénétrantes à LYON, SAINT ETIENNE et agglomérations traversées réduisant les nuisances acoustiques,
- l'amélioration des relations entre les deux villes et a fortiori de l'image de deux agglomérations, et notamment de SAINT ETIENNE, en termes d'accessibilité.

CHAPITRE VIII

SYNTHESE GENERALE

VIII- SYNTHÈSE GÉNÉRALE

L'amélioration radicale de la liaison Saint Etienne-Lyon, et plus exactement l'objectif de réduction du temps de parcours entre les deux villes a conduit à reconsidérer le tracé actuel de la ligne. Compte tenu des contraintes de relief, d'urbanisation et de volonté de desservir trois villes intermédiaires, le concept retenu en termes d'aménagement du tracé a consisté en un lissage du tracé actuel, et non en la définition d'une ligne nouvelle.

Les scénarios d'aménagement du tracé qui ont été élaborés visent à répondre à des objectifs de temps de parcours fixés initialement à 30, 33 et 35 minutes. Mais de multiples combinaisons sont possibles pour ce qui concerne les variantes de tracé.

Une sélection des variantes de tracé a été faite sur la base du coût de l'investissement rapporté à la minute gagnée. Sur cette base, plusieurs chemins ont pu être mis en évidence permettant, à partir de phases intermédiaires successives, d'arriver à un aménagement final offrant un temps de parcours sensiblement amélioré.

Ainsi, trois chemins apparaissent nettement.

Premier chemin :

Il permet d'atteindre l'objectif de 30 minutes avec le Pendolino en restant dans les variantes de tracé les moins coûteuses (Variante 1 à 140 km/h).

	000 -----	000R -----	001R -----	011R -----	111R
<i>Temps</i>					
<i>Cibique</i>		37'	34'	32'	31'
<i>Pendolino</i>		35'	33'	31'	30'
<i>RRR4</i>		38'	35'	33'	32'

Deuxième chemin :

Empruntant la variante 3 (200 km/h), il permet d'atteindre des temps de parcours inférieurs à 30 minutes. Trois solutions sont encore possibles en phase finale.

	000 ----	000R ----	010R ----	310R ----	311R
<i>Temps</i>					
<i>Cibique</i>		37'	35'	33'	30'
<i>Pendolino</i>		35'			30'
<i>RRR4</i>		38'			32'
					----- 312R
<i>Cibique</i>					29'
					----- 313R
<i>Cibique</i>					28'

Troisième chemin :

Plus radical, le dernier chemin passe sans phase intermédiaire de la solution minimum à la solution maximum mais permet d'atteindre le meilleur temps de parcours, à savoir 27 minutes.

	000 ----	000R ----	333R
<i>Temps</i>			
<i>Cibique</i>		37'	27'

Pour mener à bien l'évaluation financière et socio-économique des scénarios, cinq grandes familles de variantes ont été distinguées sur la base des temps de parcours qu'elles offrent. Le tableau en page suivante synthétise pour chacune d'elles les différents éléments du bilan financier et socio-économique qui ont été dégagés tout au long de l'étude.

en millions de francs	Variante à 30 minutes	Variante à 35 minutes		Variante à 33 minutes		Variante à 37 minutes	Variante à 27 minutes
Combinaison scénario/matériel roulant	111 R + Pendolino/RRR 4	001 R + Z 2/RRR 4	000 R + Pendolino/RRR 4	011 R + Z 2/RRR 4	001 R + Pendolino/RRR 4	000 R + Z 2/RRR 4	333 R + Pendolino/RRR 4
Résultat d'exploitation	+ 16,3	+ 11,8	+ 9,4	+ 11,8	+ 9,4	+ 8,7	+ 21,6
Coût d'investissement							
. aménagement de la ligne	1 724,00	1 064,00	573,00	1 312,00	1 064,00	573,00	4 099,00
. matériel roulant	397,00	127,00	397,00	127,00	397,00	127,00	397,00
.....	—	—	—	—	—	—	—
. total	2 121,00	1 191,00	970,00	1 439,00	1 461,00	700,00	4 496,00
Taux de rentabilité financière	0,8 %	1 %	1 %	0,8 %	0,6 %	1,3 %	0,5 %
Gain de temps monétarisés pour les usagers du transport public	830	494	494	494	494	374	1056
Gain de sécurité	3,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,3	4,1
Gain de dépenses d'utilisation de la voiture	11,5	8,6	8,6	8,6	8,6	7,5	13,5
Total avantages socio-économiques monétarisables	845	505,2	505,2	505,2	505,2	383,8	1073,6