

TALPES-31

## Liaison ferroviaire transalpine Lyon-Turin

VOYAGEURS À GRANDE VITESSE ET FRET



INSERTION RÉGIONALE DU PROJET

### LGV LYON-TURIN SECTEUR NORD-ISERE ANALYSE DES COÛTS AU STADE APS 1

*RAPPORT FINAL  
JUILLET 1997*

*SCETAUROUTE*

## 0. INTRODUCTION

Le GIP Transalpes a confié à SCETAUROUTE, Direction Régionale Rhône-Alpes Bourgogne, une mission d'analyse du coût du projet de LGV Lyon-Turin sur le secteur Nord Isère établi par la SNCF au stade APS 1 (composante infrastructure uniquement).

Au cours de son déroulement, SCETAUROUTE a pu rencontrer à plusieurs reprises différents services de la SNCF en charge du dossier (Mission Ligne Nouvelle, Direction de l'Équipement, Division Territoriale, ...) et a obtenu divers documents auxquels il est fait référence.

Cette mission s'achève avec la remise du présent rapport de synthèse.

Il comporte 2 volets :

- le rappel des données de base,
- l'analyse des coûts de la section étudiée incluant des orientations pour une optimisation du projet.

Il nous paraît d'ores et déjà important de souligner que l'optimisation d'un projet de cette nature peut être d'autant plus pertinente et performante que le projet est examiné de façon globale.

Dans le cas présent, l'étude ne porte que sur une section de 38 km, et uniquement sur le coût de l'infrastructure (soit 75 % du coût du projet, pour cette section).

Enfin, il s'agit d'une analyse sommaire pour laquelle il n'a pas été réalisé d'études techniques spécifiques.

## I. RAPPEL DES DONNEES DE BASE

Le secteur objet de l'étude est dénommé secteur Nord Isère. Il s'étend de l'Isle d'Abeau jusqu'au Guiers (limite entre les départements de la Savoie et de l'Isère), sur une longueur de 37,7 km.

Il est présenté en détail dans le dossier de consultation des Services de l'Etat, élaboré par la Direction Territoriale RIS, composante locale de la Mission LGV, à partir d'études réalisées pour la plupart par ou pour le compte de la Direction de l'Equipement de la SNCF.

Sur ce secteur, le projet en est au stade d'avancement d'APS I pour lequel on peut retenir les grands traits suivants :

- un tracé "de référence" est établi sur les plans au 1/5000. Ce tracé est notamment le fruit d'une présence territoriale très à l'amont du projet avec concertation informelle au fil du temps.
- les estimations, poste par poste, sont calculées le plus souvent en appliquant aux quantités évaluées pour ce projet des ratios kilométriques constatés sur d'autres réalisations, réactualisés, et complétés par la prise en compte, le cas échéant, d'éléments singuliers propres au projet en question.
- la précision de ces estimations annoncée par la Direction de l'Equipement correspond à l'intervalle [- 10 %, + 20 %] ce qui est relativement large du fait de la prise en compte par ailleurs de sommes à valoir (SAV) pouvant aller jusqu'à 15% pour certains ouvrages.

Le stade APS1 correspond à une phase intermédiaire dans l'élaboration de l'APS. Aussi, les coûts annoncés par la SNCF à ce stade ne sont pas les valeurs définitives d'APS, et sont susceptibles d'être affinés, voire modifiés en fonction de l'évolution ultérieure du projet (incidences de la concertation, de la consultation des administrations et des collectivités concernées, approfondissement des études techniques, ...)

L'estimation du projet est celle qui figure dans le dossier de consultation des Services de l'Etat (p. 187), réajustée après la prise en compte d'aménagements paysagers lourds.

Pour la seule partie infrastructure, elle est la suivante (en MF HT, CE 01/96) :

- acquisitions	109
- réaménagements fonciers	25
- libérations d'emprises	118
- terrassements	572
- ouvrages d'art courants et spéciaux	157
- grands ouvrages d'art	494
- drainages	73
- protections acoustiques	51
- chaussées	56
- plantations - clôtures	21
<b>TOTAL HT</b>	<b>1676</b>
<b>Frais généraux (7%)</b>	<b>117</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1793</b>

Postérieurement à la remise du Dossier de Consultation des Services de l'Etat, la SNCF nous a communiqué un complément à l'estimation, relatif à la réalisation d'aménagements paysagers lourds, se traduisant par :

- un coût supplémentaire de 50 MF en terrassements (pour la variante proposée)
- un coût supplémentaire d'environ 20 MF en plantations diverses
- l'utilisation de 2 150 000 m<sup>3</sup> de terre (soit à peu près l'équivalent des excédents évalués dans le mouvement des terres, avant aménagements paysagers), répartis sur les différents sites en question.

Notre analyse a donc porté sur un projet provisoirement estimé à 1746 MF HT et hors frais généraux.

## II. ANALYSE DES COÛTS DU PROJET DE REFERENCE

### 1. GENERALITES

Outre le dossier de consultation des Services de l'Etat, la SNCF nous a communiqué les éléments suivants :

- tracé en plan (1/5000),
- profil en long et maquette géotechnique,
- cubatures (volumes globaux par planche au 1/5000),
- notes méthodologiques expliquant les modes de calcul de chacun des postes.
- études de sols.

L'analyse porte sur le projet élaboré par la SNCF :

↳ le tracé en plan est pris comme tel :

- il présente sur une proportion importante des caractéristiques géométriques correspondant aux valeurs minimales admissibles compte tenu de la vitesse d'exploitation retenue,
- il a fait l'objet d'une concertation informelle au fil du temps qui donnerait par conséquent un caractère plus ou moins théorique à une recherche systématique d'économies par optimisation de la géométrie,
- il est le fruit d'études longues qu'il n'était pas question de reprendre dans le cadre de la présente étude,

↳ le profil en long est également pris comme tel, avec les cubatures correspondantes. Elles n'ont pas été vérifiées dans le cadre de la présente analyse.

## 2. ANALYSE GLOBALE

Autoroutes et voies ferrées présentant un certain nombre de similitudes, nous avons d'abord cherché à comparer les coûts au kilomètre de chaque nature de travaux de la ligne LGV avec ceux constatés sur les autoroutes dont la construction est achevée.

Pour les rendre comparables à l'estimation SNCF, les coûts des infrastructures autoroutières sont indiqués hors chaussées d'autoroutes, équipements et installations annexes.

Nature de travaux	LGV Nord Isère 37,7 km		Notes du SETRA	LGV / autoroutes
	coût total	coût/km	coût/km	tendance
Etudes et Direction des travaux	-	-	2,5 à 3,7	
Acquisitions	109	2,9	-	
Remembrements	25	0,7	-	
Total	(134)	(3,6)	2,5 à 3,5	↔
Libération des emprises	118	3,1	0,8 à 1,5	↗
Terrassements	572+50	16,5	8 à 11	↗
Drainage	73	1,9	1,5 à 2,2	↔
O.A. courants	157	4,2	4 à 6	↔
Grands O.A.	494	13,1	-(*)	
Total	(651)	(17,3)	-	
Protections acoustiques	51	1,3	1 à 1,5	↔
Chaussées	56	1,5	-	
Clôtures - Plantations	21+20	1,1	0,5	↗
<b>Total</b>	<b>1 746</b>	<b>46,3</b>	-	
Frais généraux 7 %	122	3,3	-	
<b>Total général</b>	<b>1 868</b>	<b>49,6</b>	<b>25 à 30</b>	↗

NB : Les montants figurant dans le tableau ci-dessus sont donnés en MF, hors taxes, base janvier 1996.

(\*) Le coût des ouvrages non courants étant très variable d'un projet à l'autre, il n'est retenu aucune valeur représentative dans le coût moyen des autoroutes.

Cette comparaison permet d'identifier les principaux enjeux et différences entre les deux types d'infrastructures.

Il en ressort que les principaux postes à examiner sont :

- les terrassements : du fait de leur poids dans le coût total, et de l'écart important avec les terrassements autoroutiers (alors que la plateforme pour une voie ferrée est moins large)
- les ouvrages d'art : car bien qu'aucun écart n'apparaisse sur les ouvrages courants, le coût des grands ouvrages représente à lui seul près de 30% du projet pour un nombre réduit d'ouvrages.

Les autres postes représentent des enjeux nettement plus faibles. Ils seront néanmoins examinés en détail.

### 3. ANALYSE PAR NATURE DE TRAVAUX

#### FRAIS GENERAUX

Le montant de 7 % annoncé paraît faible, s'il correspond aux études et à la direction des travaux.

#### FONCIER

Le coût global du foncier s'élève à 134 MF (3,6 MF/km).

Une évaluation très sommaire, sur la base d'une emprise moyenne de 8 ha/km (hypothèse SNCF) pour la ligne LGV, et en retenant l'hypothèse SNCF d'une proposition d'acquisition systématique des habitations situées à moins de 150 m du tracé (soit environ 75 habitations) conduit à la somme de 132 MF, identique au coût prévu par la SNCF.

Le poste "Foncier" semble donc globalement correctement estimé, avec des hypothèses plutôt hautes.

En effet, rapporté au kilomètre, il est assez proche des ratios autoroutiers, mais situé dans la partie haute de la fourchette, alors que les emprises autoroutières sont en général plus importantes (aires annexes, échangeurs, largeur de plateforme supérieure, soit 10 à 12 ha/km).

La différence tient a priori dans le nombre élevé et le prix moyen retenu pour les acquisitions d'habitations : à propos du nombre, la SNCF a précisé qu'il s'agissait d'une hypothèse haute, retenue du fait qu'elle admet l'acquisition d'habitations situées à moins de 150 m du tracé jusqu'à 3 ans après la mise en service de la ligne, même si des protections phoniques (merlons, ...) ont été réalisées lors de la construction. On peut ajouter qu'en plusieurs points du projet, l'habitat est diffus, et qu'il est dès lors difficile de l'éviter dans de très hautes proportions.

Quant au prix, il a fait l'objet d'une estimation par les Domaines.

*En conclusion, le poste foncier (134 MF) nous semble évalué à un niveau correct.*

#### LIBERATION DES EMPRISES

Ce poste recouvre les travaux nécessaires avant d'accéder librement sur les terrains acquis : déviation de réseaux, fouilles archéologiques, ...

Il apparaît élevé en première approche : 118 MF soit 3,1 MF/km, à comparer à la fourchette allant de 0,8 à 1,5 MF/km pour les autoroutes (référence SETRA), fourchette qui devrait dans l'avenir évoluer vers le haut compte tenu de l'augmentation constatée sur certains postes tels que les fouilles archéologiques.

Si, au coût de ces fouilles (0,5 MF/km), on ajoute le déplacement des réseaux courants (entre 0,8 et 1,5 MF/km selon la difficulté du site et le caractère plus ou moins péri-urbain) et les déboisages, démolitions, etc..., on devrait se situer à près de 80 MF.

La SNCF explique le surcoût par des contraintes spécifiques liées notamment au fait qu'il s'agit d'une ligne électrifiée : nécessité de réaliser des protections cathodiques, de croiser perpendiculairement les conduites métalliques, ...

Le coût total a donc été établi par la SNCF sur la base d'estimations réalisées par les gestionnaires des réseaux.

*A ce stade de l'étude, le coût de libération des emprises qui nous semble élevé trouverait néanmoins sa justification dans des contraintes spécifiques.*

### **DRAINAGE**

Ce coût ressort à 1,9 MF/km, comparable à celui constaté sur autoroute.

Toutefois, la SNCF n'ayant pas à traiter de rejets polluants, n'ayant aucun impluvium revêtu ni drainage de TPC, et la plateforme ferroviaire étant moins large, on devrait tout de même s'attendre à une légère économie.

*Le coût prévu pour le drainage (73 MF), sur lequel une légère économie pourrait être recherchée, n'appelle pas de commentaire à ce stade de conception du projet.*

### **PROTECTIONS ACOUSTIQUES**

Dans la mesure où la SNCF a opté pour des protections à la source réalisées essentiellement grâce à des merlons, la répartition des coûts entre protections acoustiques et terrassements nécessiterait une étude plus poussée.

On notera toutefois que ce poste est estimé à 51 MF soit 1,3 MF/km. Ce ratio se situe dans la fourchette de valeurs relevées par le SETRA pour des infrastructures autoroutières.

*Bien que difficilement individualisable à ce stade d'avancement du projet, le montant prévu pour la réalisation de protections phoniques (51 MF) nous semble réaliste.*

### **CHAUSSEES**

Ce poste concerne les chaussées des voies rétablies, des chemins de désenclavement et des déviations provisoires pendant travaux et renforcements de voiries.

Les chaussées à rétablir ont été relevées sur les plans au 1/5000, et ont fait l'objet par nos soins d'un mètre par catégories (RN et RD particulièrement importantes, RD, VC). En ajoutant les déviations provisoires en phase travaux, et les renforcements ou reprises de chaussées liés au transport des matériaux sur le réseau routier, et en appliquant les prix correspondants observés sur projets autoroutiers, notre estimation s'élève à 40 MF environ.

La SNCF a prévu 56 MF, soit 40 % de plus.

*En conclusion, le poste « chaussées », évalué à 56 MF, nous paraît surestimé.*



## PLANTATIONS - CLÔTURES

Globalement, le poste clôtures - plantations ressort à 1,1 MF / km, soit de l'ordre du double de celui constaté sur autoroute dont la construction s'accompagne aussi d'aménagements particuliers (aires de repos et de service).

Sur les 41 MF prévus par la SNCF, la répartition est à peu près la suivante :

- environ 15 MF pour les clôtures et les plantations courantes,
- environ 26 MF pour les plantations en aménagements paysagers lourds.

Le coût prévu pour les clôtures et les aménagements courants n'appelle pas de commentaire. Il est en conformité avec les ratios kilométriques habituels.

Par contre, le montant prévu pour les aménagements paysagers lourds paraît très élevé : la SNCF le justifie par d'importants projets d'aménagement sur 10 sites, soit en moyenne un tous les 4 kilomètres.

Notons que ce coût important s'accompagne d'un surcoût de 50 MF en terrassements et de la consommation de la totalité des volumes de terre qui étaient initialement destinés à la mise en simple dépôt.

*Le coût prévu pour la réalisation des clôtures et plantations nous paraît très élevé, du fait du nombre important d'aménagements paysagers lourds et coûteux qui sont envisagés.*

## OUVRAGES D'ART

Sur la base des données fonctionnelles et de la géométrie des rétablissements arrêtées dans le dossier APS, nous avons procédé au calage des ouvrages, nous avons arrêté leur conception et nous avons effectué une estimation de niveau Avant-Projet Sommaire.

Pour les ouvrages courants, les prix unitaires de base qui sont élaborés à partir des résultats des derniers appels d'offres travaux, sont rassemblés dans les tableaux suivants, le mois de référence étant celui de janvier 1996 :

STRUCTURE		FONDATIONS SUPERFICIELLES		FONDATIONS PROFONDES	
		Pont Route	Pont Rail	Pont Route	Pont Rail
PSIDA	m <sup>2</sup>	7 000 F. HT.	10 000 F. HT.	8 000 F. HT.	-
PSDP	m <sup>2</sup>	7 000 F. HT.	-	8 000 F. HT.	-
PSDN	m <sup>2</sup>	9 000 F. HT.	-	-	-
PICF/dalot	m <sup>2</sup>	10 000 F. HT.	15 000 F. HT.	-	-
VOUTE	m <sup>2</sup>	-	16 500 F. HT.	-	-
PPBA	m <sup>2</sup>	-	10 000 F. HT.	-	11 000 F. HT.
OM	m <sup>2</sup>	9 000 F. HT.	11 000 F. HT.	-	-

Pour les ouvrages non courants, des prix unitaires plus détaillés ont été utilisés. En particulier le prix des parois moulées retenu est de 2000 F HT/m<sup>2</sup> pour 80 cm d'épaisseur et 2500 F HT/m<sup>2</sup> pour 1 m d'épaisseur.

La comparaison économique avec l'estimation APS de la SNCF permet de formuler les conclusions suivantes :

- Le coût prévu pour les ouvrages d'art courants n'appelle pas de remarque, si les caractéristiques à retenir correspondent à une vitesse d'exploitation de la ligne de 350\* km/h au lieu de 300 km/h prévus. Si tel n'était pas le cas, une économie de 12 MF environ serait à prendre en compte.
- Dans leur grande majorité les petits ouvrages hydrauliques paraissent surestimés. Cependant, ce poste a peu d'influence sur le montant global des ouvrages d'art car son poids est inférieur à 5 %.
- Dans la vallée de la Bourbre, le franchissement du CE de l'Isle d'Abeau, de la RD 208a à St-Marcel et celui de la RD 18 à Bourgoin-Jallieu nécessiteraient une dépense complémentaire d'environ 48 MF HT (base janvier 1996) pour la traversée de la zone compressible. En effet, la réalisation de remblais d'accès classiques de 10 à 12 m de haut ne nous paraît pas possible compte-tenu des tassements annoncés. En l'absence d'autres données sur le comportement du sol, nous préconisons à ce stade la réalisation d'ouvrages en "mille pattes" dont le coût tourne autour de 20 MF. Si des compléments d'études de sols faisaient apparaître que les tassements n'atteindraient pas les valeurs annoncées, des ouvrages moins chers pourraient être envisagés, moyennant toutefois des dispositions constructives particulières coûteuses. D'autres solutions techniques pourront être examinées en phase d'avant projet détaillé.
- L'évaluation des tranchées couverte et butonnée nous paraît élevée. L'écart que nous constatons tient au dimensionnement des ouvrages (épaisseur des parois moulées, des traverses et des radiers), et à la prise en compte de réaménagements paysagers. En l'absence de sondages sur les sites où devraient être réalisés ces ouvrages, la SNCF a retenu les hypothèses les plus défavorables et dimensionné ces ouvrages en conséquence. Nous estimons qu'une économie substantielle est envisageable sauf à ce que les études requises (géologie, hydrologie, géotechnique, ...), ainsi que la connaissance fine de la topographie des sites ne conduisent à un dimensionnement exceptionnel de ces ouvrages. Notre évaluation de l'économie possible sous ces conditions représente environ 80 MF HT et hors somme à valoir (pour l'ensemble de ces deux ouvrages), soit environ 90 MF HT avec la somme à valoir.
- Nous pensons que le décalage de quelques mètres du tracé au droit de la tranchée butonnée de Saint-Savin permettrait de réaliser une économie sensible sur le coût de l'ouvrage, de l'ordre de 50 MF : l'étude fine de cette micro-variante permettrait d'en vérifier la compatibilité avec toutes les contraintes environnementales et topographiques.

## **TERRASSEMENTS**

Le projet, tel qu'il est présenté au stade APS 1, génère des mouvements de terres qui présentent un déséquilibre important et nécessitent un recours à l'emprunt pour 1,8 millions de m<sup>3</sup> (avec 2.500.000 m<sup>3</sup> de matériaux de déblai excédentaire, dont 500.000 m<sup>3</sup> iront vers la Savoie et 2.000.000 en dépôt parmi lesquels 800.000 m<sup>3</sup> seraient réutilisables en remblai).

Des aménagements paysagers lourds sont prévus, qui sont susceptibles de consommer la totalité des terres à mettre en dépôt moyennant un surcoût de 50 MF (soit environ 10 % du poste terrassements initialement prévu).

Le coût élevé résultant (622 MF pour 38 km) nous incite à préconiser des mesures susceptibles de réduire le déséquilibre dans le mouvement des terres. Ceci aurait pour effet :

- de réduire le coût des terrassements,
- de réduire l'impact du projet sur son environnement.

Ces mesures sont de deux ordres :

- remplacer une partie des matériaux d'emprunt par des matériaux réutilisables jugés excédentaires dans le projet,
- rehausser la ligne rouge du projet là où les contraintes géométriques le permettent.

La vérification et l'optimisation des cubatures n'ont pas été réalisées dans le cadre de cette analyse sommaire.

#### Remplacement des matériaux d'emprunt

Nous avons examiné cette possibilité principalement dans le secteur de la Bourbre qui présente la particularité de faire un appel massif à des matériaux d'emprunt (900.000 m<sup>3</sup>). Si les dispositions constructives consistant à substituer des matériaux graveleux au sol de surface très médiocre ne peuvent être remises en cause, nous pensons qu'il serait judicieux d'envisager la réalisation d'une partie du corps de remblai (400 à 500 000 m<sup>3</sup>) avec des matériaux rendus insensibles à l'eau grâce à un traitement approprié.

Sous réserve de confirmation par des études détaillées de la faisabilité technique et de la compatibilité avec le planning de l'opération, nous estimons qu'une économie de l'ordre de 40 MF est réalisable (incluant l'économie sur le surcoût de terrassements paysagers correspondant aux matériaux réutilisés et la quote-part plantations).

Des études de réutilisation de matériaux dans d'autres secteurs pourraient aussi conduire à des économies tant financières (non chiffrées) qu'en termes d'impact sur l'environnement.

#### Rehaussement de la ligne rouge du projet

Compte tenu des caractéristiques géométriques imposées par la vitesse de référence retenue, de l'étréoussse relative du fuseau d'études (rapportée aux rayons minima autorisés), de la topographie et de l'habitat diffus, il ne semble pas possible d'espérer une amélioration de la géométrie susceptible d'engendrer des économies importantes. On notera toutefois que le rehaussement de la ligne rouge dans le secteur La Batie-Montgascon-Aoste de 1,5 à 2 m pourrait être envisagée (gain potentiel de l'ordre de 100.000 m<sup>3</sup> de déblais). L'enjeu financier sur le poste terrassements représente quelques MF.

## IV. CONCLUSION

Sur la base des informations transmises par la SNCF, l'analyse sommaire du coût du projet de LGV Lyon - Turin (secteur Nord Isère) pour sa seule composante infrastructure fait ressortir les principaux points suivants :

- coût des terrassements : le coût annoncé par la SNCF correspond à une stratégie donnée, techniquement prudente, mais qui nécessite des apports importants de matériaux d'emprunt, ayant pour incidence la mise en dépôt de quantités presque équivalentes (dont un volume significatif est de qualité suffisante pour être réutilisé). Ces mises en dépôt sont d'un coût élevé car systématiquement utilisées pour réaliser des aménagements paysagers. De plus, cette stratégie pourra donner lieu à des difficultés pour trouver les sites d'emprunt et de dépôt requis.

Nous considérons que des économies sur le coût annoncé peuvent être recherchées principalement dans une meilleure réutilisation de matériaux excédentaires (après traitement de ceux-ci, pour la Vallée de la Bourbre par exemple).

De plus, une optimisation du profil en long allant dans le sens d'un meilleur équilibre du mouvement des terres pourra être recherchée : les possibilités sont très réduites, mais le secteur La Batic-Montgascon-Aoste est à prendre en considération.

Par différence avec le coût SNCF, de l'ordre de 40 MF devraient pouvoir être économisés.

- ouvrages d'art : si le coût prévu pour les ouvrages courants n'appelle pas d'observation significatives à ce stade, nous pensons que les ouvrages non courants (tranchées couverte et butonnée) pourraient faire l'objet d'une économie significative, de l'ordre de 90 MF. Par ailleurs, les ouvrages prévus dans la Vallée de la Bourbre nécessitent une réévaluation. Enfin, la nécessité de réaliser la tranchée butonnée de Saint- Chef devra être confirmée, une légère adaptation du tracé pouvant permettre des économies significatives.
- aménagements paysagers lourds : il est prévu d'aménager une dizaine de sites à ce stade. Si cela peut permettre d'utiliser la totalité des matériaux excédentaires, le coût en résultant nous paraît très élevé. Nous suggérons par conséquent de revoir le programme de ces aménagements.
- les coûts annoncés pour les autres postes nous paraissent dans l'ensemble réalistes à ce stade d'élaboration du projet. Le poste chaussées des voies rétablies doit toutefois être revu à la baisse.

En conclusion, l'examen du projet de LGV LYON - TURIN au stade APS1 et la recherche d'économies par comparaison fait ressortir quelques voies potentielles d'optimisation (réduction du coût et/ou de l'impact). Sachant qu'à ce stade d'élaboration du projet, une certaine concertation a déjà eu lieu sur le terrain, les coûts correspondants sont d'ores et déjà intégrés, et la recherche d'économies rendue plus difficile.