

Liaison ferroviaire transalpine

LYON - TURIN



Avant-Projet Sommaire Montmélian - St-Jean-de-Maurienne

DOSSIER TECHNIQUE



Mission TGV
LYON - MONTMELIAN - TURIN

AVRIL 1998

SOMMAIRE

- Les tunnels.....
- Les ouvrages d'art.....
- Les terrassements le mouvement des terres.....
- Hydrologie – hydraulique.....
- Tracés et profils.....
- Les équipements ferroviaires.....
- Estimations.....

Liaison ferroviaire transalpine

LYON - TURIN



Avant-Projet Sommaire Montmélian - St-Jean-de-Maurienne

DOSSIER TECHNIQUE

LES TUNNELS



Mission TGF
LYON - MONTMÉLIAN - TURIN

AVRIL 1998

SOMMAIRE

• Contenu des dossiers de consultation	1
• Etudes particulières dans le cadre du projet.....	1
• Caractéristiques géométriques des tunnels.....	2
Tracés et profils en long	2
Sections des tunnels	3
• Dispositions de sécurité.....	4
Les dispositions communes	4
Les dispositions particulières	4
• Contexte géologique	5
Géologie et hydrologie du secteur Combe de Savoie / Saint-Jean-de-Maurienne	5
Incertitudes géologiques.....	7
Galeries préalables.....	7
Rappel des classes de terrain	7
• Conception et optimisation des tunnels	13
Méthodes de creusement.....	13
Profils de soutènement.....	13
Revêtement des ouvrages.....	15
Risques sismiques.....	15
• Logistique chantier	15
Installation de chantier.....	15
Accès chantier	17
Evacuation des déblais.....	17
Eaux d'exhaure.....	17
• Planning général d'exécution	17
Cadences.....	17
Délais.....	18

Contenu des dossiers de consultation

Les études techniques relatives aux tunnels sont traitées dans l'Annexe 4 du dossier de consultation.

On y trouve en particulier les principaux points :

- les caractéristiques géométriques des tunnels de la ligne
- le plan synoptique des tracés
- le contexte géostructural du projet (géologie, évolution tectonique, hydrogéologie, hydrologie)
- les fiches de synthèse propre à chaque tunnel résumant les contraintes géologiques et hydrogéologiques, les difficultés attendues, les principales incertitudes, et les méthodes d'exécution envisagées.

Etudes particulières réalisées dans le cadre du projet

Dans le présent dossier, les thèmes initiaux ont été approfondis sur les tunnels des deux variantes proposées et d'autres points spécifiques ont été examinés. Il s'agit en particulier :

Des dispositions de sécurité

Les dispositions de sécurité ont été définies à partir du projet d'Instruction Technique Interministérielle en cours d'élaboration, en distinguant des dispositions communes à tous les ouvrages, et des dispositions particulières, relatives au tunnel de Belledonne.

De la conception et optimisation des tunnels

Cette partie présente les méthodes de creusement préconisée en fonction des classes de terrain rencontrées, les soutènements envisagés, et le choix des revêtements à mettre en œuvre.

De la logistique Chantier

Les modalités d'installation des chantiers, et leurs accès ont fait l'objet d'une première analyse qu'il conviendra d'approfondir à un stade ultérieur des études. On évoque également l'évacuation des déblais et la gestion des eaux d'exhaure. Un tableau général synthétise les différents thèmes pour chaque tunnel étudié.

Des plannings prévisionnels d'exécution

Ils permettent d'appréhender dès ce stade des études, tunnel par tunnel, les délais de réalisation du génie civil des ouvrages.

Caractéristiques géométriques des tunnels

Tracés et profils en long

Les contraintes de relief, d'environnement et les impératifs géométriques de la ligne à grande vitesse (tracé en plan et profil en long) nécessitent dans certains secteurs la construction d'ouvrages souterrains.

Entre la Combe de Savoie (commune de Laissaud) et la vallée de l'Arc (Saint-Rémy de Maurienne), le franchissement du massif de Belledonne se fera obligatoirement par un tunnel profond de grande longueur (19725 m). Son profil en long monotone, ascendant d'ouest en est, présente une pente maximale de 9 % compatible avec la circulation des trains de fret.

A partir de Saint-Rémy-de-Maurienne, le tracé franchit tout d'abord l'éperon rocheux des Cartières qui surplombe un méandre de l'Arc, par un ouvrage souterrain relativement court de 380 m.

Le tracé présente ensuite un parcours à l'air libre et en tranchée couverte parallèle à l'autoroute 43 jusqu'à l'échangeur de Sainte-Marie-de-Cuines, à partir duquel 2 variantes ont été étudiées ; l'une, « rive gauche » qui suit en vallée ; jusqu'à la fenêtre EDF de l'Ile ; et l'autre « rive droite » qui franchit l'Arc avant de s'engager en tunnel sous le massif de la Madeleine au sud de Saint-Avre ; le débouché de ce tunnel de 1780 m se situe au nord-ouest du défilé de Pontamafrey.

Le tracé « rive droite » retransverse ensuite la vallée de l'Arc et pénètre au niveau de la fenêtre de l'Ile dans le massif du Rocheray où il retrouve le tracé « rive gauche ». Le tunnel du Rocheray d'une longueur de 4041 m ou 4149 m selon le tracé, débouche au sud du complexe sportif de Saint-Jean-de-Maurienne.



Plan synoptique des tracés

Sections des tunnels

Les sections de tunnels sont déterminées en tenant compte des contraintes suivantes :

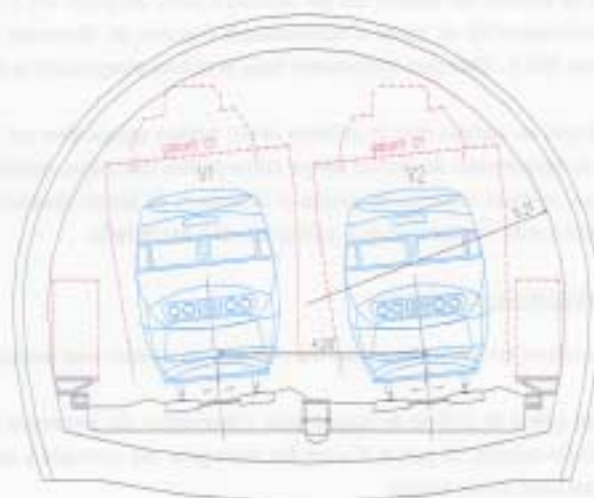
- Gabarit du matériel roulant : dans tous les ouvrages, le gabarit C1 dit « gabarit de l'avenir », valable pour tous les chemins de fer européens, est dégagé.
- Gabarits d'isolement des pantographes et de la caténaire : pour courant monophasé 25000 V - 50 Hz.
- Type de pose de voie : sur ballast.
- Caractéristiques du tracé en plan : la section tient compte des dévers pour l'inscription du matériel dans les courbes.
- Possibilité de mise sur cintres lourds de l'ouvrage en cas d'intervention importante de maintenance.
- Réserve d'un cheminement latéral servant pour le dégagement d'urgence où pour l'intervention des secours (conformément au projet d'Instruction Interministérielle).
- Effets aérodynamiques engendrés par les circulations des trains dans les tunnels franchis à des vitesses supérieures à 200 km/h.

Les tunnels T.G.V. des Carrières, de la Madeleine et du Rocheray sont du type monotube avec une section libre intérieure de 61 m² qui autorise une vitesse de 230 km/h (entraxe des voies : 4,20 m). A titre indicatif, une vitesse de 300 km/h nécessiterait une section libre de 100 m² pour le matériel actuel.

Si les études ultérieures à mener sur la ligne fret conduisaient à envisager un trafic mixte (voyageurs + fret) sur la section de ligne nouvelle comprise entre Saint Avre et Saint Jean de Maurienne, les tunnels de la Madeleine et du Rocheray pourraient dégager le gabarit de l'« autoroute ferroviaire » soit 68 m² pour un ouvrage monotube.

Dans le cas spécifique du tunnel de Belledonne emprunté par un trafic ferroviaire mixte (T.G.V. et fret), la séparation des flux s'impose, pour des raisons de sécurité, nécessitant un ouvrage de type bitube, les tubes étant reliés entre eux par des rameaux de communication

implantés tous les 800 m. Ce tunnel possède une section libre de 43 m² par tube, et dégage le gabarit A.F. (Autoroute Ferroviaire), plus important que le gabarit C1.



Coupe type d'un tunnel monotube 61 m²



Coupe type d'un tunnel bitube 2 x 43 m²

Dispositions de Sécurité

Les dispositions de sécurité des tunnels ont été définies à partir du projet d'I.T.I. (Instruction Technique Interministérielle) en cours d'établissement (version de décembre 1997) et des textes de référence SNCF. Elles sont synthétisées dans le tableau récapitulatif ci-dessous.

Les équipements pris en compte dans la présente étude, portent uniquement sur le génie civil des ouvrages. Les équipements de second œuvre (alimentation électrique, éclairage, repérage des issues, liaison sol-train, contrôle de vitesse et détecteurs de boîtes chaudes) ne sont pas pris en considération dans l'estimation de la part génie civil des tunnels.

Les dispositions communes :

- un accès routier et une aire de parking pour les véhicules de secours sont aménagés à chaque tête de tunnel,
- un cheminement latéral de 0,90 m de largeur pour l'évacuation des personnes est prévu sur toute la longueur des tunnels, de part et d'autre des voies pour des ouvrages à double voie, et d'un seul côté pour ceux à voie unique,
- des niches de sécurité pour les agents de maintenance, répartis tous les 30 m en piédroits, et une main courante équipent les tunnels à l'exception du tunnel de Belledonne réalisé au tunnelier (tunnel long bitube) pour lequel des dispositions réglementaires devront préciser les conditions d'intervention du personnel d'entretien,

- des dispositions constructives (décalage longitudinal des têtes de l'ordre de 10 m environ) pour le tunnel bitube de Belledonne, permettent d'éviter le recyclage des fumées d'un tube sur l'autre,
- des anneaux de relevage Ø 120 mm de 5000 daN de résistance, disposés en piédroit à 1,00 m du niveau du rail, sont implantés en quinconce tous les 30 m ; un anneau de rappel Ø 200 mm à chaque tête complète le dispositif.

Les dispositions particulières :

- les ouvrages de ventilation-désenfumage, au stade actuel des études, ont été pris en compte forfaitairement dans les estimations par un ratio appliqué au mètre linéaire, pour les tunnels à trafic mixte de longueur supérieure à 5 km.

Il faut préciser que les équipements de ventilation-désenfumage ne sont pas dimensionnés à ce stade du projet. Une étude spécifique ultérieure définira les dispositions à prendre afin d'assurer les débits préconisés par l'I.T.I. ; (vitesse de balayage $\geq 1,5$ m/s...).

- l'accès de secours pour le tunnel profond bitube de Belledonne (20 km), se fait par le deuxième tube. Des rameaux de communication entre les tubes sont prévus tous les 800 m. En ce qui concerne les autres tunnels, monotubes, compte tenu de leurs longueurs ≤ 5 km et de leur circulation uniquement voyageurs, il n'est pas envisagé d'accès de secours.

Caractéristiques des ouvrages					Dispositions communes I.T.I. chap.III	Dispositions particulières								
Nom du tunnel	Type	Longueur	Section	Type de trafic		Assainissement I.T.I. § IV.1.1	Accès secours I.T.I. § IV.1.3	Evacuation voyageurs I.T.I. § IV.1.4	Ventilation désenfumage I.T.I. § IV.2	Séparation fret/voyageurs I.T.I. IV.3.1	Modernisation matériel I.T.I. § IV.3.2	Engins de secours I.T.I. § IV.3.3	Refoulement de trains I.T.I. § IV.3.4	Détecteurs de boîtes chaudes I.T.I. § IV.3.5
Belledonne	bitube	19725 m	2 x 43 m ²	mixte fret + voy.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Les Cartières	monotube	380 m	61 m ²	voyageurs-TGV	●					●				●
La Madeleine	monotube	1780 m	61 m ²	voyageurs-TGV	●					●				●
Le Rocheray (rive droite)	monotube	4149 m	61 m ²	voyageurs-TGV	●					●				●
Le Rocheray (Rive gauche)	monotube	4041 m	61 m ²	voyageurs-TGV	●					●				●

● : Mesure requise

Contexte géologique

Géologie et hydrogéologie du secteur Combe de Savoie - Saint-Jean-de-Maurienne

• Entre la Combe de Savoie et Saint-Jean-de-Maurienne, le projet T.G.V. traverse de part en part le massif de Belledonne et écorne les massifs du Grand Châtelard (ou Rocheray) et de la Madeleine en bordure de la vallée de l'Arc.

Le tracé recoupe globalement les formations rencontrées lors de la réalisation, dans les années 1970, des galeries de Bramefarine et de Belledonne dans le cadre de l'aménagement hydroélectrique E.D.F. d'Arc-Isère.

Il s'agit des massifs cristallins externes des Alpes occidentales résultant du plissement et du soulèvement du socle hercynien et de sa couverture secondaire lors de l'orogénèse alpine.

Les massifs de Belledonne et du grand Châtelard sont formés de roches magmatiques et métamorphiques sur lesquelles reposent en discordance, des formations sédimentaires tectonisées.

Dans le massif de Belledonne, les faciès granitiques (granite de Saint-Colomban et granite des Sept-Laux) forment l'ossature principale du relief de la chaîne. Parmi les roches métamorphiques, imbriquées dans les massifs granitiques, et résultant de l'évolution de 3 séries sédimentaires, on distingue :

- la série brune, la plus ancienne, constituée de micaschistes et de gneiss passant progressivement à des granites (granites des Sept-Laux),
- la série verte, constituée de schistes, de micaschistes, de gneiss, d'amphibolites, et localement de cipolin, de grès ou de conglomérats ; elle est granitisée à l'est au contact du granite de Saint-Colomban,
- la série satinée, la plus récente, très monotone et constituée de gneiss, de schistes cristallins et quartzeux ; l'aspect phylliteux et quartzeux est caractéristique de cette série qui est recoupée de failles délimitant des écailles de schistes charbonneux du Houiller et de cargneules du Trias, enracinées dans le substratum cristallin.

Au nord-ouest, le massif de Belledonne est bordé par la faille d'Allevard qui met en contact les formations du socle hercynien (série satinée) avec la couverture sédimentaire décollée et glissée sur ce socle. Cette dernière est constituée de calcaires dolomitiques, d'anhydrite et de cargneules du Trias, de roches volcaniques, de brèches, de tufs, de schistes noirs du Lias (série de Bramefarine).

Au sud-est, le massif de Belledonne est limité par le synclinal du Glandon, caractérisé par une série de marnes schisteuses et de calcaires marneux coincés entre les massifs cristallins du grand Châtelard (granite du Rocheray) et de Belledonne (granite de Saint-Colomban).

Il faut noter que le massif du Grand Châtelard est souligné de larges zones broyées, orientées sud-ouest / nord-est, mylonitisées, parfois reconsolidées par injection de quartz, et recoupé de faisceaux de failles secondaires d'orientation variable. Il est affecté par un accident tectonique majeur vers Saint-Jean-de-Maurienne où la présence du Trias n'est pas exclue.

• Sur le plan tectonique, le massif hercynien présente une structure redressée en éventail dont les accidents et les contacts découpent le massif en bandes d'épaisseurs variables, orientées selon une direction NNE-SSW, plus ou moins bousculées et décalées par des accidents obliques.

Ultérieurement, l'orogénèse alpine a de nouveau affecté cette structure hercynienne, et s'est manifestée par :

- le rejeu des grandes discontinuités existantes entraînant une structure en « touches de piano » (accident de Fond de France qui recoupe en biais la série verte...),
- la formation d'accidents majeurs tels que le « synclinal médian » représenté par une profonde et étroite cicatrice où se trouve pincées des formations secondaires (Trias et Lias) et probablement primaires (Permien). Ce synclinal médian sépare le massif en deux grands ensembles : d'une part, le rameau interne qui comprend la série verte et la série brune, ainsi que les massifs granitiques de Saint-Colomban et des Sept-Laux, d'autre part le rameau externe représenté par la série satinée.
- une surélévation récente (mio-pliocène) dissymétrique qui se manifeste par un accident cisailant, vertical, de rejet important, en bordure orientale du massif, alors que le bord occidental correspond au plongement régulier du socle sous la couverture sédimentaire secondaire.

Enfin, il faut noter que les mouvements alpins se poursuivent actuellement, mais ils sont souvent masqués par l'évolution morphologique (érosion, éboulis, glissements...)

• Sur le plan hydrogéologique, les particularités résultent de la nature géologique des terrains et du contexte structural (discontinuités, écailles, pincements...).

Dans la couverture sédimentaire, les circulations sont organisées par les niveaux imperméables (marneux) et la fracturation, et sont généralement concentrées à l'aplomb du réseau hydrographique.

Dans les massifs cristallins, la perméabilité des roches est faible, et seules les zones fracturées et mylonitisées drainent les circulations souterraines.

SCHEMA STRUCTURAL

