

Liaison ferroviaire transalpine

LYON - TURIN



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

DOSSIER TECHNIQUE

LES TERRASSEMENTS - LE MOUVEMENT DES TERRES



MISSION TGV
LYON - MONTMÉLIAN - TURIN

AVRIL 1998

Généralités

Les contextes géostrucutaux et hydrogéologiques du secteur d'étude ainsi que les principales difficultés d'ordre géotechnique liées au projet ont été présentées dans le dossier de consultation d'avril 1997 (dossier des annexes, annexe 2).

Les tracés proposés à l'issue de cette consultation sortent du tunnel de Belledonne au sud de Saint Rémy de Maurienne, puis empruntent la vallée de l'Arc, l'une en « rive droite », l'autre en « rive gauche », avant de se rejoindre au niveau du tunnel du Rocheray, peu avant Saint Jean de Maurienne.

Les compléments apportés dans le présent dossier portent essentiellement sur deux points :

- l'approfondissement de l'étude des risques de chute de blocs et des moyens de s'en protéger au droit des deux têtes de tunnel de la Madeleine, pour la variante « rive droite »,
- la prise en compte des possibilités de réutilisation en remblais des matériaux extraits des différents tunnels.

NOTA : L'analyse des terrassements à réaliser en Combe de Savoie, en seconde phase, a été traitée dans le dossier d'avant-projet sommaire Lyon – Montmélian par souci d'homogénéité.

Analyse des terrassements

En ce qui concerne les terrassements, indépendamment des grands ouvrages d'art, on peut distinguer trois secteurs d'étude, en fonction du phasage éventuel du projet et des deux variantes envisagées :

- secteur 1, correspondant à la réalisation d'une première phase éventuelle du projet Montmélian – Saint Jean de Maurienne, avec raccordement de la ligne nouvelle à la voie ferrée actuelle à la sortie du tunnel de Belledonne.
Cette première phase est identique pour les deux variantes étudiées.
- Secteur 2, correspondant au prolongement de la ligne nouvelle jusqu'à Saint Jean de Maurienne pour la variante « rive gauche ».
- Secteur 3, correspondant au prolongement de la ligne nouvelle jusqu'à Saint Jean de Maurienne, pour la variante « rive droite ».

Secteur 1

Le volume total des matériaux extraits, hors tunnels, est de l'ordre de $150\,000\text{ m}^3$, essentiellement dans des sols graveleux à matrice argilo limoneuse (cône de déjection, alluvions grossières de l'Arc,...).

Les volumes à mettre en œuvre représentent environ $800\,000\text{ m}^3$, hors granulats pour béton et ballast, dont près de 90 % en matériaux de corps de remblai.

Le déficit évident en matériaux, de l'ordre de $700\,000\text{ m}^3$, peut être comblé par l'utilisation d'une partie des déblais extraits des tunnels.

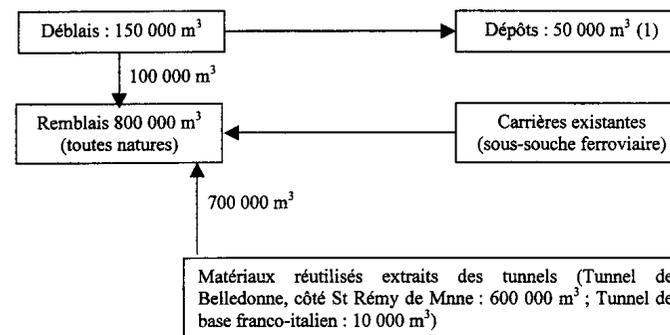
Les matériaux de corps de remblai sont a priori fournis par les déblais du tunnel de Belledonne sortant côté Maurienne.

Les matériaux nobles et spécifiques, hors sous-couche ferroviaire, pourront provenir, après élaboration si nécessaire, des déblais du tunnel de base franco-italien considéré comme réalisé avant le tronçon Montmélian – Saint Jean de Maurienne.

Pour les matériaux de sous-couche ferroviaire, un approvisionnement par carrière existante a été retenu, le très faible volume nécessaire, ne justifiant pas une installation pour l'élaboration des matériaux.

Les volumes à mettre en dépôt issus des terrassements sont faibles.

Le schéma ci-dessous illustre l'option du mouvement des terres proposée.



Secteur 2

Les volumes de matériaux extraits sont de l'ordre de $500\,000\text{ m}^3$, constitués pour 60% de sols graveleux à matrice argilo-limoneuse, réutilisables partiellement en matériaux nobles et spécifiques.

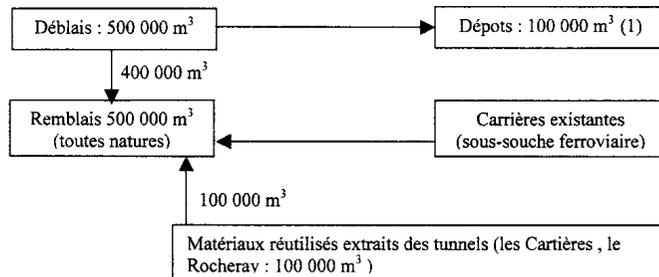
Les volumes à mettre en œuvre représentent environ de $500\,000\text{ m}^3$.

En tenant compte des conditions de réutilisation, un déficit en matériaux de l'ordre de $100\,000\text{ m}^3$, apparaît. Il peut être résorbé par l'utilisation des déblais des tunnels des Cartières et surtout du Rocheray.

Seuls les matériaux des sous-couches ferroviaires sont fournis par les carrières existantes, comme pour le secteur précédent.

(1) Hors matériaux non réutilisés extraits des tunnels

Le schéma ci-dessous présent l'hypothèse retenue.



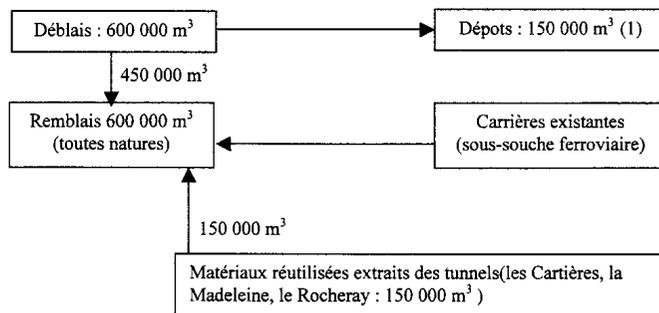
Secteur 3

Les volumes de matériaux extraits sont d'environ 600 000 m³, avec la même répartition en pourcentage par nature de matériaux que pour le secteur précédent (60% de sols graveleux à matrice argilo-limoneuse, réutilisables partiellement en matériaux nobles et spécifiques).

Les volumes à mettre en œuvre sont également de l'ordre de 600 000 m³.

Hors sous-couches ferroviaires, approvisionnées à partir de carrières existantes, la réutilisation d'environ 150 000 m³ de matériaux des tunnels (Cartières, la Madeleine et Rocherav) permet d'équilibrer le mouvement des terres.

L'hypothèse proposée est schématisée ci-dessous :



La réalisation « simultanée » sans phasage, de l'ensemble des terrassements de chacune des variantes (rive gauche et rive droite) ne modifie pas la stratégie d'approvisionnement des matériaux.

(1) Hors matériaux non réutilisés extraits des tunnels

Elle permet en outre une économie substantielle liée à l'optimisation du transport, réutilisation des matériaux du tunnel de base pouvant être remplacée partiellement ou en totalité par ceux extraits du tunnel du Rocherav, plus proche.

Risques de chutes de blocs au droit des têtes de tunnel de la Madeleine (variante rive droite)

Les deux têtes du tunnel de la Madeleine sont situés dans les éboulis de falaises rocheuses très écaillées.

En dehors des problèmes techniques liés à la réalisation proprement dite du tunnel dans en zone d'éboulis, des risques importants de chutes de blocs sont à prendre en considération.

Tête nord (côté Montmélian)

Les risques d'éboulement rocheux et de chutes de blocs sont diffus et émanent de toutes les falaises situées dans la moitié supérieure du versant, où les masses potentiellement instables sont partout présentes.

Un confortement en place n'est raisonnablement pas envisageable. Les dispositifs de protection qu'il convient de réaliser en pied de versant comprendront :

- en sortie de tunnel, la couverture de la voie par une galerie pare chocs d'un linéaire compris entre 50 et 100 m, variable en fonction du calage précis de la tête du tunnel. Cette galerie est à protéger par un « matelas » de remblai amortisseur, du type Pneusol.
- en prolongement de la galerie, un merlon amortisseur raidi, du type Pneusol, en pied de déblai, côté amont, avec fosse de réception des blocs associée,
- un merlon amortisseur ou des gabions pour la protection de la voie existante, vis à vis des risques liés au chantier (terrassement, purge,...), du chantier lui-même, au moyen de filets à haute capacité d'arrêt.

Tête sud (côté Saint Jean de Maurienne)

Elle est soumise aux risques d'éboulements et chutes de blocs en provenance du grand couloir d'éboulis actifs à l'est du Rocher du Chatelard.

Là encore, les masses potentiellement instables sont trop nombreuses pour qu'un confortement en place soit envisagé.

Les dispositifs de protection à mettre en œuvre sont du même type que ceux de la tête nord, avec des sujétions d'exécution très importantes, étant donné l'exiguïté du site, la présence de la voie ferrée actuelle et de la RN6. En particulier, ces dispositifs devront être étudiés en fonction de ce contexte particulier pour assurer la sécurité de l'ensemble des infrastructures.

L'optimisation des ouvrages de protection évoqués ci-dessus (géométrie, positionnement, dimensionnement...) n'interviendra qu'à l'issue d'un examen approfondi des sites qu'il conviendra de mener au stade ultérieur des études, si la variante « rive droite » était retenue.

Liaison ferroviaire transalpine

LYON - TURIN



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

DOSSIER TECHNIQUE

HYDROLOGIE - HYDRAULIQUE



Mission TGV
LYON - MONTMÉLIAN - TURIN
AVRIL 1998

Contenu des dossiers de consultation

- Les études techniques relatives à l'hydrologie et à l'hydraulique sont traitées dans l'annexe 3 du dossier de consultation.

Les principaux points abordés concernent :

- les méthodes utilisées pour estimer les débits pris en compte dans le dimensionnement du projet,
- les coefficients retenus pour calculer les débits (synthèse hydraulique),
- la méthodologie des études hydrauliques spécifiques (franchissements des cours d'eau les plus importants),
- les méthodes de dimensionnement des ouvrages hydrauliques,
- les caractéristiques du réseau hydrographique dans le secteur concerné par le projet,
- les études spécifiques propres à chaque secteur,
- les principes de rétablissement des drainages agricoles et de l'irrigation.

Les écoulements sont traités sous leur aspect environnemental (milieu naturel aquatique) dans le chapitre 3 (état initial de l'environnement) du dossier de consultation.

Ces éléments sont repris et complétés dans le dossier d'évaluation environnementale qui aborde également les impacts potentiels du projet et les mesures d'accompagnement les plus appropriées pour réduire ou supprimer ces impacts.

Etudes particulières réalisées dans le cadre du projet

Il s'agit en premier lieu d'études de franchissement des principaux cours d'eau :

Cours d'eau	Secteur	Bureau d'études	Type de modèle	Observations
Le Bugeon	La Chambre	SOGREAH	Mathématique	
Le Glandon	St-Etienne-de-Cuines	SOGREAH	Physique	Etude commune SNCF + SFTRF
L'Arc	La Chapelle, Les Chavannes-en Maurienne, St-Rémy-de-Maurienne	SOGREAH	Mathématique	3 franchissements
L'Arc	Saint-Marie-de-Cuines (La Madeleine)	SOGREAH	Mathématique	
La Torne	St-Jean-de-Maurienne	SOGREAH	Mathématique	
L'Arvan	St-Jean-de-Maurienne	HYDRATEC CNR	Mathématique Physique	
L'Arc	St-Jean-de-Maurienne (Longefan)	SILENE	Physique	Ligne Fret et Ligne existante Chambéry - Modane
Confluence Arc-Rieubel	Villargondran	SOGREAH	Physique	Etude commune SNCF + SFTRF

On peut y ajouter en second lieu les études de risques liés aux écoulements de surface, relatives à certains sites particuliers et réalisées par le Service de Restauration des Terrains en Montagne du département de la Savoie.

Compléments d'études

Deux études spécifiques ont été menées à terme :

- Le franchissement de l'Arc en aval de Saint-Jean-de-Maurienne, dans le secteur de Longefan, étude qui concerne la ligne Fret et la ligne actuelle. Elle a permis de définir un ouvrage de 120 m de longueur comportant un appui dans le lit de l'Arc. Cet ouvrage est implanté 70 m à l'aval de l'ouvrage existant lequel sera démoli après construction du nouveau pont
- Le franchissement de l'Arvan à Saint-Jean-de-Maurienne, étude relativement complexe sur modèle physique dans laquelle le rôle des transports solides est prépondérant. Ses principaux résultats sont exposés ci-dessous.

La définition d'autres grands ouvrages de traversée de cours d'eau a été affinée pour tenir compte de contraintes diverses : franchissements de voies de communication, environnement (paysage), contraintes techniques de construction.

- L'Arc à Saint-Rémy-de-Maurienne (variante Sud Saint-Rémy) :
 - l'ouvrage est un viaduc de 380 m de longueur dont 200 m pour le franchissement du lit de l'Arc.
- L'Arc à Sainte-Marie-de-Cuines (variante rive gauche) :
 - les deux franchissements sont inclus dans un viaduc unique de 1580 m de longueur ne comportant pas de pile en rivière.
- L'Arc à Sainte-Marie-de-Cuines (variante rive droite) :
 - l'ouvrage est un viaduc de 560 m de longueur dont 170m permettant le franchissement de l'Arc avec une pile en rivière.
 - le franchissement amont est un viaduc de 420 m de longueur dont 70 m pour le franchissement de l'Arc, sans pile en rivière.

Aucune de ces modifications ne remet en cause les conditions hydrauliques des franchissements.

Etude spécifique de l'Arvan

Situation initiale

L'Arvan est le plus gros affluent de l'Arc, avec un bassin versant couvrant 220 km², une longueur totale de 28 km et une pente moyenne de 6 % (3 % dans le cône de déjection, et 2 % dans le secteur qui précède immédiatement sa confluence avec l'Arc). Le débit centennal est estimé à 260 m³/s.

Dans les parties hautes du bassin versant, les crues de l'Arvan et de trois de ses affluents (le Merderel de Villarembert, le Bonrieu de Jarrier et le Merderel d'Albiez) sont violentes et se manifestent par des coulées de laves torrentielles.

Au niveau du franchissement, l'Arvan lui-même est redoutable par ses crues liquides et surtout par son potentiel important de charriage des matériaux solides.

En amont de l'agglomération de Saint-Jean-de-Maurienne, le lit mineur de l'Arvan divague dans la plaine des Moulins qu'il peut inonder.

Dans la traversée de la ville, il est endigué sur les deux rives et la largeur moyenne du lit canalisé varie entre 90 m et 70 m. Les ponts qui le franchissent offrent une section de plus en plus réduite de l'amont vers l'aval. Ainsi, le pont Cizeron, situé à l'amont du pont SNCF actuel, voit deux de ses arches obstruées en partie par des dépôts de matériaux végétalisés. L'arche rive droite du pont ferroviaire existant est occultée par un passage routier protégé par une digue. L'arche rive gauche est marquée à l'amont par un empiètement du parking de la gare routière prolongé sous le franchissement par un passage piéton. A l'aval du pont ferroviaire, un collecteur d'égout traverse à l'air libre le lit de l'Arvan. Enfin une pile d'un ouvrage de franchissement de l'Arc par l'Autoroute A 43 est implantée dans l'Arc en limite de la confluence Arc-Arvan (bec de l'Echaillon).

L'artificialisation ainsi que la diminution de la section utile du lit de l'Arvan ne lui permet par d'épandre latéralement les matériaux charriés sur son cône de déjection.

Etat projet

Le projet de ligne nouvelle voyageurs ainsi que les voies fret franchissent l'Arvan au droit de la gare de Saint-Jean-de-Maurienne, à l'aval immédiat des voies existantes. L'étude de ce franchissement a comporté deux phases :

- 1^{ère} phase sur modèle mathématique (HYDRATEC, 1993). Cette étude a montré que, dans la configuration actuelle, des débits supérieurs à ceux de la crue décennale sont susceptibles d'affecter la plate-forme ferroviaire. Ce modèle n'était cependant pas assez précis dans l'appréciation du transport solide et de ses effets. Il n'a donc pas permis de définir les ouvrages de franchissement de l'Arvan dans des conditions de sécurité optimales.
- 2^{ème} phase avec recours à une modélisation physique à fond mobile (CNR, 1996). Cette étude a permis de mettre en évidence la prééminence des effets des transports solides lors des crues de l'Arvan (remous solide qui se propage de la confluence Arc-Arvan vers l'amont), et les nombreux problèmes susceptibles d'apparaître lors des crues, qui concernent les installations ferroviaires, mais également la commune de Saint-Jean-de-Maurienne et la RN 6. Les configurations des ouvrages de franchissement ont été déterminées et vérifiées à l'aide d'essais effectués sur ce modèle.

Deux configurations techniquement satisfaisantes peuvent être proposées :

- la configuration "projet optimisé". Elle comporte trois nouveaux franchissements de l'Arvan par des ouvrages dont un remplace le pont ferroviaire existant. Ces ouvrages de 45 m de longueur enjambent le lit de l'Arvan en une seule travée et leur cote de sous-poutre est suffisamment élevée pour qu'ils n'aient aucune incidence sur les écoulements et conservent un tirant d'air de 0.70 m pour laisser passer les embâcles.
- Cette solution s'accompagne de la démolition de la pile en rivière de l'ouvrage existant et de réaménagements locaux des berges sous les ouvrages et à leur amont. Cette configuration résout les problèmes de la plate-forme ferroviaire, mais la situation est pratiquement inchangée pour ce qui concerne les autres parties concernées.



- La solution "alternative" qui permet de conserver l'ouvrage ferroviaire existant. Trois ouvrages sont construits pour les voies nouvelles, à l'amont de l'ouvrage existant : un ouvrage de portée similaire et comportant une pile en rivière et, à son aval, deux ouvrages de 45 m sans pile en rivière. Ces ouvrages sont calés plus bas que dans la solution précédente. La création, à l'amont d'une plage de dépôts d'un volume de 65 000 m³ environ permet de limiter les apports solides et ainsi de conserver un débouché suffisant sous les ouvrages. La mise en œuvre d'une telle solution qui présente l'avantage de régler les autres problèmes constatés ne peut être imputable au projet seul. Par ailleurs, la pérennité de cette solution, liée à la conservation de la capacité de la plage de dépôt, nécessite un entretien régulier et efficace.

Il faut enfin noter que les études ont été menées en considérant que le profil en long du lit de l'Arvan était le profil en long actuel. Les effets d'une crue pourraient être plus importants pour toutes les parties concernées si le lit se trouvait surélevé par avance, ce qui peut arriver à l'issue de la répétition de crues faibles. Il est donc capital que le lit soit régulièrement entretenu.

Liaison ferroviaire transalpine

LYON - TURIN



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

DOSSIER TECHNIQUE

TRACES ET PROFILS



Mission IGT
LYON - MONMELIAN - TURIN

AVRIL 1998

Les différents tracés et profils en long des variantes étudiées figurent dans le chapitre 4-2 du dossier de consultation d'avril 1997, secteur « Belledonne – Maurienne ».

Le présent dossier d'Avant-Projet sommaire reprend à l'échelle du 1/100 000^{ème} les différents tracés étudiés (dossier de synthèse) et présente les plans techniques optimisés des variantes conservées, à l'échelle du 1/5 000^{ème}.