

Liaison ferroviaire transalpine

LYON - TURIN



Avant-Projet Sommaire Lyon - Montmélian

DOSSIER TECHNIQUE

LES TERRASSEMENTS - LE MOUVEMENT DES TERRES



Mission TGV
LYON - MONTMÉLIAN - TURIN

AVRIL 1998

SOMMAIRE

• Généralités	1
• Analyse des terrassements du projet global.....	1
• Les grandes zones de terrassements	3
• Analyse des terrassements de la zone n° 1	3
Les grands volumes.....	3
Les options du mouvement des terres	3
Les dépôts	4
• Analyse des terrassements de la zone n° 2	5
Les grands volumes.....	5
Les options du mouvement des terres	5
Les dépôts	5
• Analyse des terrassements de la zone n° 3	5
Les grands volumes.....	5
Les options du mouvement des terres	5
Les dépôts	5
• Analyse des terrassements de la zone n° 4 La Combe de Savoie	5
Variante Chapareillan première phase	5
Les grands volumes	5
Le bilan matériaux.....	6
Les options du mouvement des terres	6
Variante Apremont première phase	6
Les grands volumes	6
Le bilan matériaux.....	7
Les options du mouvement des terres	7
Les dépôts.....	7
Variante Chapareillan deuxième phase (ligne nouvelles voyageurs et fret) .	7
Variante Apremont deuxième phase (ligne nouvelles voyageurs et fret)	8

Généralités

Les contextes géostrucutural et hydrologique du secteur d'étude, les principales particularités et difficultés d'ordre géotechnique liées au projet, ont été définies dans les volets environnemental et technique du dossier de consultation d'avril 1997, secteur par secteur.

De Satolas à Montmélian, le projet recoupe successivement les grandes unités suivantes :

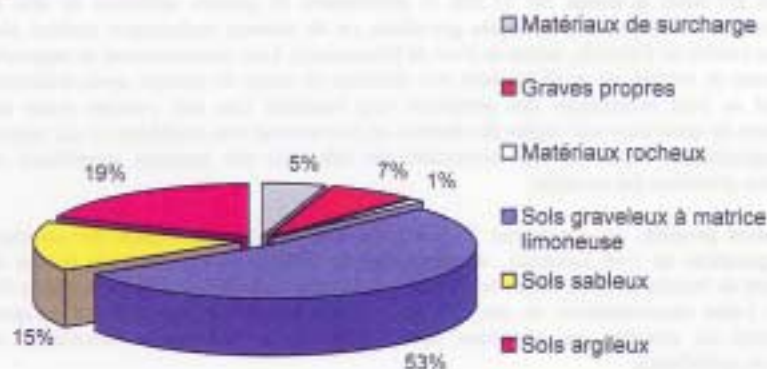
- la plaine de l'est Lyonnais constituée de buttes morainiques et couloirs d'alluvions fluvioglaciaires,
- la vallée de la Bourbre, dépression comblée par des alluvions post würmiennes compressibles,
- les collines du Bas Dauphiné constituées d'un squelette de molasse plus ou moins recouvert de dépôts morainiques,
- les massifs calcaires de Dullin, de l'Épine encadrant la dépression molassique d'Aiguebelette, puis la chaîne subalpine de la Chartreuse,
- la Combe de Savoie, comprenant la cluse de Chambéry, entre les massifs de la Chartreuse et des Bauges et la plaine alluviale de l'Isère, entre les massifs de la Chartreuse et de Belledonne. Seule la variante « Apremont » traverse la cluse de Chambéry, constituée de dépôts lacustres ou palustres compressibles, d'alluvions anciennes anté ou inter würmiennes, de buttes morainiques, le tout partiellement recouvert par l'éboulement du Mont Granier de 1248.

Depuis l'établissement des dossiers de consultation d'avril 1997, les études techniques ont été poursuivies, en particulier dans le domaine des terrassements. Les principes de rétablissements routiers, d'aménagements paysagers et de protections acoustiques ont été précisés et diverses options concernant les ressources en matériaux et la stratégie d'approvisionnement des remblais (réutilisation des déblais des terrassements à l'air libre, des déblais des tunnels, ressources extérieures existantes ou à créer,...) ont été examinées. Ces options devront être confirmées lors des études ultérieures du projet et les ressources potentielles en matériaux validées avec les services concernés (DRIRE – DIREN).

Analyse des terrassements du projet global

En dehors des zones de tunnel, le projet Lyon Montmélian (hors prolongement de la ligne nouvelle en Combe de Savoie vers le futur tunnel de Belledonne), dans l'hypothèse d'un raccordement B1 simplifié à l'ouest (secteur Grenay) et d'une sortie de tunnel sous Chartreuse à Chapareillan (1) en Combe de Savoie, génère un volume de déblai de l'ordre de 10 500 000 m³

La répartition en pourcentage des déblais par grande catégorie de matériaux est illustrée sur la figure ci-dessous :



Répartition des matériaux à extraire (10 500 000 m³)

Les sols dits graveleux, qui représentent la majorité des déblais (53%) sont issus des moraines et molasses graveleuses (Tortonien deltaïque en particulier) et d'une partie des alluvions fluvioglaciaires, et se classent C1 B1 suivant la norme NFP 11.300, généralement C ou C1. Il s'agit donc de sols constitués de gros éléments supérieurs à 50 mm et d'une matrice limoneuse ou sableuse relativement importante, mais sont très sensibles à la situation météorologique. Le comportement de ces sols étant directement dépendant de la teneur en eau de la matrice fine, le recours aux liants hydrauliques peut être envisagé en partie.

Une réutilisation plus poussée d'une fraction de ces sols en certaines catégories de matériaux drainants et nobles est possible moyennant le tri des meilleurs sols extraits et leur élaboration.

Les sols dits argileux qui constituent environ 19% des déblais regroupent :

- les limons de surface, classés majoritairement A1 selon la norme NFP 11.300, qui recouvrent les buttes morainiques ou molassiques sur des épaisseurs variables (1 à 5 m en général) ou les nappes d'alluvions sur une épaisseur faible (inférieure ou égale à 1 m)
- les sols fins argilo-tourbeux purgés dans les fonds de vallée ou les zones compressibles, et l'humus forestier purgé sur les zones boisées, classés F1 selon la norme NF 11.300,
- les niveaux de molasse argileuse ou marneuse, en particulier duortonien deltaïque, qui peuvent éventuellement contenir du lignite.

(1) Solution présentant le coût de terrassement le moins élevé.

Seuls les limons de surface peuvent être réutilisés en corps de remblai, après traitement éventuel au liant hydraulique des matériaux trop humides.

Les sols dits sableux représentent environ 15% des terrains extraits. Ils sont classés en majorité B5 selon la norme NF 11.300, et proviennent de passées sableuses au sein de matériaux morainiques ou molassiques graveleux, ou de niveaux molassiques sableux plus continus (sables de Chimilin, sables de Pont de Beauvoisin). Leur comportement se rapproche des limons de surface A1 et ils peuvent être réutilisés en corps de remblai après traitement éventuel au liant hydraulique des matériaux trop humides. Ces sols peuvent poser des problèmes de circulation aux engins de chantier, et sont souvent très érodables, ce qui impose une végétalisation rapide ou une protection des talus par des masques superficiels en matériaux graveleux par exemple.

Les graves propres, qui constituent 7% des matériaux extraits, proviennent des alluvions fluvio-glaciaires de l'est Lyonnais, en particulier du secteur de raccordement proche de l'aéroport de Satolas et de la plaine de Chesnes. Elles sont classées D3 d'après la norme NF 11.300. Leurs caractéristiques de propreté et de dureté permettent une réutilisation après élaboration ou sélection, en matériaux nobles (y compris sous-couche ferroviaire) ou matériaux spécifiques.

Le volume d'enlèvement des surcharges, mises en œuvre au dessus des remblais dans les secteurs compressibles pour accélérer la consolidation des sols supports, a été intégré aux volumes des déblais. Il représente 5% des déblais extraits. Pour tenir compte des contraintes du planning travaux, la réutilisation de ces surcharges n'est que partiellement envisagée sur des ouvrages annexes pouvant être réalisés en fin de chantier.

Les matériaux rocheux représentent une très faible part des déblais (1%). Ils proviennent essentiellement des terrassements d'accès aux tunnels savoyards, dans le secteur du Gué des Planches et sont constitués de calcaires du Berriaisien-Valanginien. Ils sont réutilisables en remblai, ainsi qu'en certains matériaux nobles et spécifiques.

La réalisation de la ligne nouvelle nécessite, en dehors des granulats pour béton et du ballast, la mise en œuvre d'environ 13 300 000 m³ de matériaux (dans la même configuration de projet que précédemment), y compris les aménagements phoniques et paysagers.

La répartition par catégorie géotechnique de ces matériaux est illustrée ci-contre (figure 1).

Les matériaux spécifiques sont essentiellement liés au franchissement en remblai de zones compressibles et/ou inondables : vallées de la Bourbre, du Laval, de la Bièvre, marais d'Avressieux et certains secteurs de la plaine de l'Isère.

L'analyse du mouvement des terres montre que globalement les déblais couvrent 59% des besoins en matériaux de toutes natures, hors granulats pour béton et ballasts. Les 41% de besoins en matériaux restants nécessitent des approvisionnements extérieurs qui se répartissent entre la réutilisation des matériaux des tunnels, l'ouverture de carrières spécifiques (emprunts) ou l'approvisionnement à partir de carrières existantes. La figure 2 ci-contre illustre cette répartition.

Figure 1 :

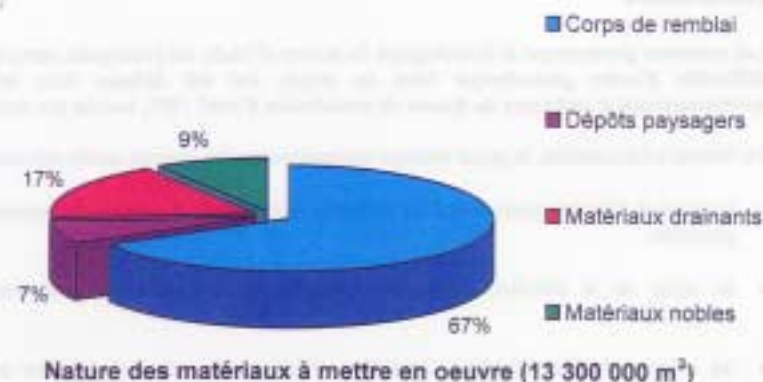
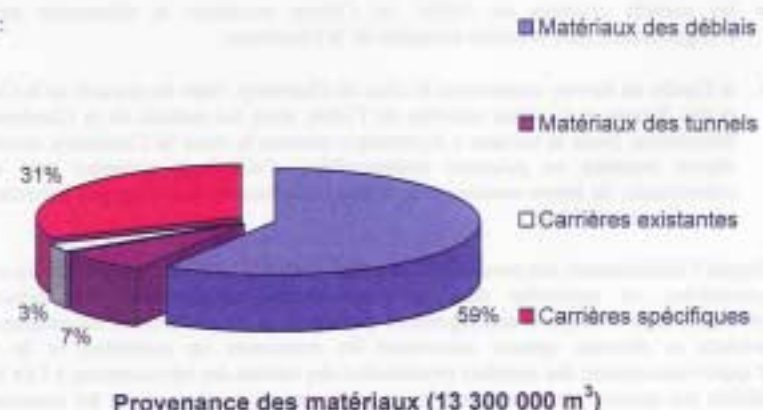


Figure 2 :



Les options présentées plus en détail ci-après sont à confirmer ultérieurement à partir d'une caractérisation plus détaillée des terrains rencontrés, des planning des différents travaux et des techniques d'excavation des tunnels. Elles doivent par ailleurs être validées par les services administratifs régissant les carrières et optimisées en fonction de la conjoncture économique.

En considérant la projet global Lyon Montmélian avec en variante l'hypothèse « Apremont » en Combe de Savoie, l'analyse des terrassements est la suivante :

Le volume total de déblais extraits est plus important, de l'ordre de 15 500 000 m³, dont 61% de matériaux graveleux à matrice limono-argileuse. Les volumes à mettre en œuvre sont de l'ordre de 16 000 000 m³, dont 2 500 000 m³ environ d'aménagements paysagers en matériaux de dépôt. Le bilan global est donc plus équilibré, les déblais fournissant 77% des matériaux à mettre en œuvre, contre 59% pour la variante Chapareillan.

Les grandes zones de terrassements

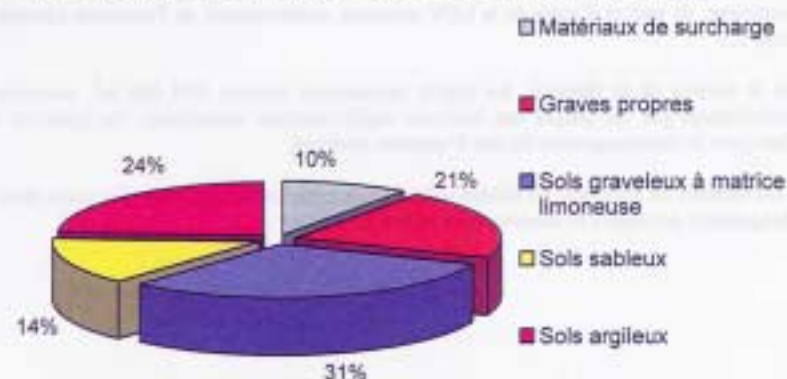
Indépendamment des grands ouvrages d'art, on peut distinguer quatre zones de terrassement homogènes du point de vue géotechnique et mouvement des terres.

- **Zone n°1** : des raccordements ouest du projet sur la ligne LGV Paris / sud-est et sur la ligne classique Lyon / Grenoble, jusqu'à la fin de la tranchée couverte de St Savin ; en effet, ce dernier ouvrage, avec un déblai de réalisation important, constitue une coupure du mouvement des terres, d'autant plus que les infrastructures locales sont inadaptées à un trafic chantier important. Cette zone recoupe les entités géomorphologiques de l'est Lyonnais, de la plaine compressible de la Bourbre, et une partie des collines du Bas Dauphiné, sur les versants molassiques de St-Savin.
- **Zone n°2** : de la fin de la tranchée couverte de St-Savin jusqu'à l'entrée du tunnel de Vêrel / Dullin, en s'affranchissant de la coupure administrative des départements de l'Isère et de la Savoie au droit du Guiers. Cette zone est entièrement située dans l'entité des collines du Bas Dauphiné.
- **Zone n°3** : du tunnel de Vêrel / Dullin à celui de la Chartreuse, en regroupant les 3 petits secteurs à l'air libre du Gué des Planches, de la Bajatière (au sud du lac d'Aiguebelette) et de la vallée de l'Hyère.
- **Zone n°4** : la Combe de Savoie, où persistent deux variantes de tracé, l'une où le tunnel de Chartreuse débouche à Apremont, l'autre où il sort à Chapareillan. Pour chacune de ces deux variantes, on distingue la première phase du projet avec raccordements sur lignes existantes vers Grenoble, Chambéry et Montmélian, et la deuxième qui prolonge les tracés jusqu'au tunnel sous Belledonne

Analyse des terrassements de la zone 1

Les grands volumes

Les matériaux à extraire atteignent environ 3 700 000 m³, et se répartissent ainsi :



Répartition des matériaux à extraire (3 700 000 m³)

Les **sols graveleux à matrice sablo-limoneuse**, en général assez peu argileuse dans ce secteur, représentent 31% des déblais extraits. Ils sont essentiellement destinés à une réutilisation en remblai courant, les matériaux nobles et spécifiques provenant des graves propres.

Les **sols argileux** constituent 24% des déblais et proviennent essentiellement des limons recouvrant les buttes morainiques de Grenay et des versants de St-Savin, ainsi que des matériaux argilo-tourbeux purgés sous toute l'emprise des remblais dans la plaine de la Bourbre

Les **graves propres** représentent 21% de déblais et sont extraites essentiellement des alluvions fluvio-glaciaires du côté de Satolas, et dans une moindre mesure de celles de la plaine de Chesnes. Leur réutilisation en matériaux nobles, surtout de structure d'assise ferroviaire, a été privilégiée pour les déblais côté Satolas, ceux de Chesnes fournissant uniquement des matériaux spécifiques drainants pour le secteur compressible à l'est.

Les **sols sableux** représentent 14% des déblais.

L'enlèvement des **surcharges** constituent 10% des matériaux extraits.

Le volume total à mettre en œuvre atteint environ 4 600 000 m³, y compris aménagements paysagers et phoniques, hors granulats pour béton et ballast. La répartition en différentes catégories de matériaux spécifiques, essentiellement dans la plaine de la Bourbre, 12% en matériaux nobles et 11% en matériaux de dépôts pour aménagements paysagers.

Les options du mouvement des terres

Les déblais de la partie ouest de la zone 1 jusqu'à la plaine de Chesnes, permettent de couvrir les besoins en matériaux de toute nature de ce secteur, et apportent une partie des matériaux drainants, de remblai courant et de structure d'assise ferroviaire sur les premiers kilomètres de remblai dans la vallée de la Bourbre.

Les déblais situés à l'est de cette zone, y compris les pré Terrassements de la tranchée couverte de St-Savin, apportent également une partie de remblai courant au secteur de la Bourbre.

Une réutilisation des surcharges est envisagée pour la réalisation en grande partie des aménagements paysagers et phoniques depuis la RD 522. Jusqu'à la tranchée couverte de St-Savin, ces aménagements pouvant, lorsqu'ils sont déconnectés de la plate-forme ferroviaire, être décalés dans le temps.

Il reste un important déficit, de l'ordre de 1 500 000 m³, en matériaux de toutes natures, en majorité drainants, situé pour 95% dans la plaine de la Bourbre. De plus, le caractère fortement compressible des secteurs impose que les remblais (exception faite pour les matériaux nobles) soient montés dès le début des travaux afin de disposer d'un délai de consolidation suffisant avant la pose de la structure d'assise et plus encore de la superstructure.

Différentes solutions d'approvisionnement sont envisagées :

- approvisionnement de matériaux à partir des carrières existantes,
- ouverture d'une carrière spécifique (emprunt) pour les besoins du chantier,
- utilisation des déblais excédentaires de la zone de terrassement n°2.

La première solution, pour de gros volumes à mettre en œuvre rapidement, n'apporte qu'une apparente souplesse de planning, puisqu'elle nécessite l'adaptation des capacités de production des carrières et des stockages intermédiaires à proximité du chantier.

Cette solution n'est en général pas la plus économique. De plus, ce poste est sujet à des variations de coût importantes en raison des grands volumes à fournir (plusieurs carrières sollicitées à la fois, ce qui limite la concurrence). Elle est par contre plus adaptée à la fourniture de matériaux nobles en petites quantités, à cadence de mise en œuvre plus lente, ou localisés ponctuellement, et qui nécessitent une élaboration particulière.

La deuxième solution, création d'une carrière spécifique provisoire, sous réserve de l'accord des autorités administratives concernées, apporte une réelle souplesse de planning, car le démarrage des travaux d'extraction et le stockage sur place des matériaux peuvent être adaptés aux besoins du planning.

Cette solution est intéressante économiquement si la carrière se trouve à proximité du tracé. La réalisation d'une excavation à proximité de la LGV fournit par ailleurs un site potentiel de dépôt pour les déblais de purge et les non réutilisables du secteur de la Bourbre, tout en permettant un certain réaménagement du site.

La troisième solution, utilisation des excédents des déblais des terrassements plus à l'est, n'apporte qu'une réponse partielle aux besoins, les excédents (environ 500 000 m³) ne représentent que de l'ordre de 30% des besoins.

Elle est la plus contraignante du point de vue du planning des travaux ; elle impose d'anticiper les grands déblais de la zone de terrassement n°2, ce qui va dans le sens contraire de la progression logique des travaux, d'ouest en est, liée à une pose des voies à partir d'une base travaux de superstructures dont la localisation est envisagée à l'origine de la ligne (secteur de raccordement ouest).

Par ailleurs, se pose le problème du transport de ces matériaux qui constitue du point de vue environnemental une contrainte forte, à comparer à celle liée à l'ouverture d'un emprunt. Une circulation d'engins sur la ligne du chantier LGV, avec toutes les contraintes que cela pose au niveau des franchissements routiers, n'est pas envisageable si l'ensemble des travaux n'est pas commencé. Elle se heurte par ailleurs à la coupure liée au chantier de construction de la tranchée couverte de St-Savin. Le transport le plus réaliste, par autoroute, allonge significativement la distance transport avec répercussion sur le prix de revient des matériaux.

Dans l'état actuel des études, la solution qui paraît la plus intéressante à la fois sur le plan technique et d'un point de vue financier, et qui a été retenue dans la stratégie matériaux, est l'ouverture d'une carrière spécifique à proximité du tracé dans le secteur de la Bourbre, pour combler les besoins en matériaux drainants de base de remblai, corps de remblai et graves de blocs techniques.

Pour les matériaux des structures d'axe ferroviaires et les faibles volumes de masques drainants, nécessaires sur les versants de St-Savin, une acquisition en carrières existantes a été envisagée.

L'optimisation de la stratégie des mouvements de terre interviendra au stade ultérieur des études.

La figure ci-dessous schématise l'origine des matériaux qui constituent la plate-forme ferroviaire :



Les dépôts

Dans la partie ouest, les remblais ne génèrent qu'un volume relativement faible de matériaux à mettre en dépôt, volume entièrement absorbé par les aménagements paysagers prévus à l'issue de l'analyse environnementale du projet (modèles paysagers dans la butte de Montmoiran, de part et d'autre de la LGV existante, remblaiement de l'ancienne carrière de Grenay ...).

Dans le secteur de la Bourbre, les dépôts représentent environ 600 000 m³, occasionnés essentiellement par les purges des horizons argilo-tourbeux superficiels. Ils pourront être utilisés pour le réaménagement du site d'emprunt éventuel.

Sur les versants de St-Savin, les faibles volumes non réutilisables trouvent leur place dans les aménagements paysagers et acoustiques à mettre en œuvre.

Différentes solutions d'approvisionnement sont envisagées :

- approvisionnement de matériaux à partir des carrières existantes,
- ouverture d'une carrière spécifique (emprunt) pour les besoins du chantier,
- utilisation des déblais excédentaires de la zone de terrassement n°2.

La première solution, pour de gros volumes à mettre en œuvre rapidement, n'apporte qu'une apparente souplesse de planning, puisqu'elle nécessite l'adaptation des capacités de production des carrières et des stockages intermédiaires à proximité du chantier.

Cette solution n'est en général pas la plus économique. De plus, ce poste est sujet à des variations de coût importantes en raison des grands volumes à fournir (plusieurs carrières sollicitées à la fois, ce qui limite la concurrence). Elle est par contre plus adaptée à la fourniture de matériaux nobles en petites quantités, à cadence de mise en œuvre plus lente, ou localisés ponctuellement, et qui nécessitent une élaboration particulière.

La deuxième solution, création d'une carrière spécifique provisoire, sous réserve de l'accord des autorités administratives concernées, apporte une réelle souplesse de planning, car le démarrage des travaux d'extraction et le stockage sur place des matériaux peuvent être adaptés aux besoins du planning.

Cette solution est intéressante économiquement si la carrière se trouve à proximité du tracé. La réalisation d'une excavation à proximité de la LGV fournit par ailleurs un site potentiel de dépôt pour les déblais de purge et les non réutilisables du secteur de la Bourbre, tout en permettant un certain réaménagement du site.

La troisième solution, utilisation des excédents des déblais des terrassements plus à l'est, n'apporte qu'une réponse partielle aux besoins, les excédents (environ 500 000 m³) ne représentent que de l'ordre de 30% des besoins.

Elle est la plus contraignante du point de vue du planning des travaux ; elle impose d'anticiper les grands déblais de la zone de terrassement n°2, ce qui va dans le sens contraire de la progression logique des travaux, d'ouest en est, liée à une pose des voies à partir d'une base travaux de superstructures dont la localisation est envisagée à l'origine de la ligne (secteur de raccordement ouest).

Par ailleurs, se pose le problème du transport de ces matériaux qui constitue du point de vue environnemental une contrainte forte, à comparer à celle liée à l'ouverture d'un emprunt. Une circulation d'engins sur la ligne du chantier LGV, avec toutes les contraintes que cela pose au niveau des franchissements routiers, n'est pas envisageable si l'ensemble des travaux n'est pas commencé. Elle se heurte par ailleurs à la coupure liée au chantier de construction de la tranchée couverte de St-Savin. Le transport le plus réaliste, par autoroute, allonge significativement la distance transport avec répercussion sur le prix de revient des matériaux.

Dans l'état actuel des études, la solution qui paraît la plus intéressante à la fois sur le plan technique et d'un point de vue financier, et qui a été retenue dans la stratégie matériaux, est l'ouverture d'une carrière spécifique à proximité du tracé dans le secteur de la Bourbre, pour combler les besoins en matériaux drainants de base de remblai, corps de remblai et grèves de blocs techniques.

Pour les matériaux des structures d'assise ferroviaires et les faibles volumes de masques drainants, nécessaires sur les versants de St-Savin, une acquisition en carrières existantes a été envisagée.

L'optimisation de la stratégie des mouvements de terre interviendra au stade ultérieur des études.

La figure ci-dessous schématise l'origine des matériaux qui constituent la plate-forme ferroviaire :



Les dépôts

Dans la partie ouest, les remblais ne génèrent qu'un volume relativement faible de matériaux à mettre en dépôt, volume entièrement absorbé par les aménagements paysagers prévus à l'issue de l'analyse environnementale du projet (modèles paysagers dans la butte de Montnoiran, de part et d'autre de la LGV existante, remblaiement de l'ancienne carrière de Grenay ...).

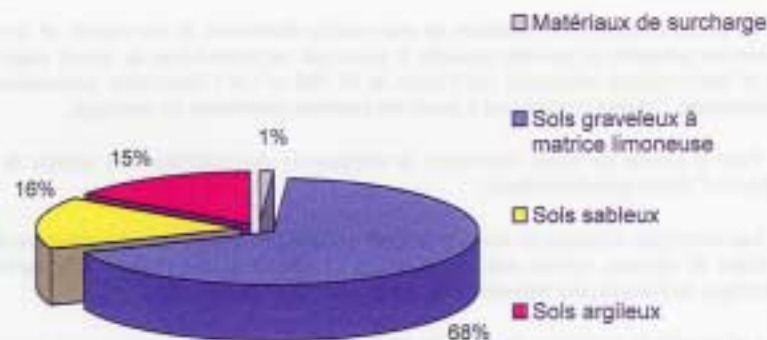
Dans le secteur de la Bourbre, les dépôts représentent environ 600 000 m³, occasionnés essentiellement par les purges des horizons argilo-tourbeux superficiels. Ils pourront être utilisés pour le réaménagement du site d'emprunt éventuel.

Sur les versants de St-Savin, les faibles volumes non réutilisables trouvent leur place dans les aménagements paysagers et acoustiques à mettre en œuvre.

Analyse des terrassements de la zone n°2

Les grands volumes

Les volumes à extraire atteignent environ 6 400 000 m³. Leur constitution est illustrée ci-après.



Répartition des matériaux à extraire (6 400 000 m³)

Les sols graveleux à matrice argilo-limoneuse, classés CI B4 ou CI B5 représentent l'essentiel des déblais.

Les volumes à mettre en œuvre, toutes natures confondues, hors granulats pour béton et ballast, totalisent environ 4 800 000 m³ dont environ 73% en corps de remblai, 14% en matériaux spécifiques drainants (base de remblai en zones inondables autour des ruisseaux de Laval, de la Bièvre et du Guiers, masques drainants et de protection sur certains talus de déblais, base de remblai dans les marais d'Avressieux), 8% en matériaux nobles et 5% en matériaux de dépôts pour aménagements paysagers.

Les options du mouvement des terres

Les besoins en remblai courant peuvent être largement couverts par les matériaux extraits des déblais ; une réutilisation plus poussée avec sélection et élaboration des sols graveleux a été recherchée par la réalisation des bases drainantes de remblai et des blocs techniques.

Les matériaux calcaires extraits des tunnels de Vérel – Dullin et d'Attignat – Oncin (côté Gué des Planches) devraient permettre une réutilisation en couche de forme ferroviaire. Cette réutilisation est par ailleurs réaliste d'un point de vue planning. Le volume réutilisable disponible des tunnels, légèrement insuffisant pour couvrir l'ensemble des besoins, est à compléter par un approvisionnement à partir de carrières existantes.

Les études ultérieures devront confirmer et optimiser cette hypothèse de réutilisation des matériaux des tunnels.

Les dépôts

Le volume de matériaux important, résultant d'un profil en long majoritairement en déblai, conduit à une mise en dépôt importante de l'ordre de 2 000 000 m³ (hors aménagements paysagers). Parmi ces dépôts, près de 500 000 m³ sont des matériaux excédentaires.

Leur réutilisation dans les secteurs déficitaires du projet, vallée de la Bourbre et Combe de Savoie (Chapareillan), a été examinée mais n'apparaît pas devoir être retenue au stade actuel des études (aspect économique et environnemental).

Cette hypothèse devra néanmoins être approfondie lors des phases ultérieures en fonction d'un planning plus élaboré des travaux et surtout de l'étude spécifique des emprunts.

Analyse des terrassements de la Zone n°3

Les grands volumes

Les terrassements dans les secteurs à l'air libre sont très limités puisqu'ils totalisent environ 100 000 m³ de déblai à extraire. Ce sont essentiellement des matériaux rocheux, formés de calcaires Berrisien-Valangien recoupés aux têtes de tunnels dans le secteur du Gué des Planches.

Les volumes à mettre en œuvre représentent globalement un peu plus de 100 000 m³ en majorité de remblai courant.

Les options du mouvement des terres

Les déblais eux-mêmes et les matériaux calcaires extraits des tunnels fournissent, après élaboration éventuelle, l'ensemble des matériaux à mettre en œuvre (chacun pour moitié environ) excepté le très faible volume de matériaux de sous couche ferroviaire, qui ne justifie pas l'installation d'une centrale d'élaboration spécifique.

Les dépôts

Les volumes à mettre en dépôt pour les terrassements (de l'ordre de 20 000 m³ au Gué des Planches, 10 000 m³ en vallée de l'Hyère), restent négligeables par rapport à ceux extraits des tunnels.

Analyse des terrassements de la Zone n°4 La Combe de Savoie

Variante Chapareillan – première phase

Les grands volumes

Le projet très majoritairement en remblai dans la plaine de l'Isère, conduit à un volume de matériaux à extraire très faible, de l'ordre de 300 000 m³ composé des purges des limons argileux de surface (60%) et de l'enlèvement des surcharges dans les secteurs compressibles.

Le volume des matériaux à mettre en œuvre atteint environ 3 800 000 m³ toutes natures confondues, y compris aménagements paysagers, hors granulats pour béton et ballast.

La répartition par nature géotechnique des matériaux est d'environ 75% en corps de remblai, 13% en matériaux spécifiques drainants, 8% en matériaux nobles et 4% en matériaux de dépôt pour aménagements paysagers.

Le bilan matériaux

Le faible volume de déblai réutilisable en remblai provient essentiellement du réemploi des surcharges, pour la réalisation des rétablissements routiers, par exemple, hors zones compressibles. Le reste des déblais est destiné aux aménagements paysagers.

Dans cette variante, il se dégage un très important déficit en matériaux, de près de 3 500 000 m³, qui constitue l'enjeu primordial du secteur.

Les options du mouvement des terres

Différentes ressources en matériaux peuvent être envisagées :

- réutilisation des matériaux extraits des tunnels en fonction de leur qualité et des sujétions de planning,
- ouverture de carrières spécifiques pour les besoins du chantier (emprunt),
- approvisionnement des matériaux à partir des carrières existantes,
- réutilisation des déblais excédentaires de la zone de terrassement n°2

Cette dernière solution, en raison des contraintes de planning et de transport, n'a pas été poussée plus loin à ce stade des études. Elle devra être réexaminée ultérieurement en fonction d'un planning plus élaboré des travaux, d'une étude des conditions de transport et de l'approfondissement des études d'emprunt.

Vue l'importance du déficit à combler, aucune des trois ressources potentielles ne peut constituer une solution unique, elles doivent être combinées.

Ressources potentielles

- Pour les matériaux extraits des tunnels, deux origines sont possibles :
 - d'une part, au plus près de la tête est du tunnel de Chartreuse, côté Chapareillan, qui peut fournir un peu moins de 400 000 m³ de matériaux marno-calcaire réutilisables en corps de remblais,
 - d'autre part, dans la vallée de l'Hyère, avec les sorties des tunnels de l'Epine et de la Chartreuse, qui peuvent fournir de l'ordre de 500 000 m³ de matériaux réutilisables. Néanmoins la confirmation du site (vallée étroite) et les conditions d'accès rendent le transport des matériaux difficiles. Une étude particulière devra être conduite pour en préciser les conditions : modes, itinéraires et cadences...
- En ce qui concerne l'approvisionnement à partir des carrières spécifiques, l'extension du site de la carrière autoroutière à Francin, à 1 km au nord du tracé, entre l'Isère et la jonction des autoroutes A41 – A43, qui entre dans le cadre des aménagements paysagers

proposés, apparaît particulièrement favorable. Ce site constitue une ressource de matériaux de qualité. La nécessité de limiter la profondeur d'extraction pour permettre un réaménagement halieutique optimum conduit à un volume potentiel utile en matériaux drainants ou nobles de l'ordre de 700 000 m³.

Adaptation des ressources aux besoins

- En ce qui concerne les matériaux de sous-couche ferroviaire, ni les tunnels, ni le site d'emprunt potentiel ne peuvent répondre a priori aux caractéristiques de dureté exigées. Vu le faible volume nécessaire (de l'ordre de 50 000 m³) et l'élaboration particulière à entreprendre, l'approvisionnement à partir des carrières extérieures est envisagé.
- Pour la couche de forme ferroviaire, la réutilisation des matériaux des tunnels de la vallée de l'Hyère peut être retenue.
- Les matériaux drainants de base de remblai doivent être mis en œuvre rapidement dès le début de travaux, surtout dans les secteurs compressibles. Le recours à la carrière spécifique de Francin peut répondre à cette exigence, au moindre coût.
- Les besoins en matériaux de corps de remblai, après utilisation des ressources propres des déblais, des matériaux du tunnel de la Chartreuse côté Chapareillan, et d'une partie du potentiel des tunnels disponibles en vallée de l'Hyère (en supposant que le planning des tunnels permette de constituer un certain stock avant la mise en œuvre des remblais) restent considérables (de l'ordre de 2 000 000 m³).

Le recours à une carrière spécifique, en dehors des secteurs d'alluvions de l'Isère, dans les collines bordières du Grésivaudan, est à envisager.

Une fourniture de matériaux sur de plus longues distances, avec transport par fer pourrait constituer une alternative à cette solution. Lors des phases ultérieures des études du projet, une étude comparative entre cette proposition et une solution alternative d'approvisionnement par fer des matériaux, à partir d'un secteur plus éloigné, est à entreprendre sur le plan économique et environnemental.

Variante Apremont - première phase

Les volumes des terrassements évoqués ci-après comprennent les terrassements de la gare nouvelle à Chignin.

Les grands volumes

Le volume des matériaux à extraire est de l'ordre de 5 400 000 m³, dont 74% de sols dits graveleux à matrice argilo-limoneuse, qui sont ici majoritairement classés C1 A1 d'après la norme NFP 11.300. Ce sont essentiellement des moraines à éléments blocailleux roulés de plus de 50 mm de diamètre dans une abondante matrice limoneuse, ainsi que des matériaux issus de la coulée boueuse du Mont-Granier, pour sa fraction grossière.

Les sols argileux et divers non réutilisables représentent 14% des déblais extraits. Ce sont essentiellement des sols argilo-tourbeux purgés sous l'assise des remblais en zone

compressible, des passées morainiques argileuses, et des matériaux issus de la coulée boueuse du Mont-Granier, pour sa fraction fine. Ils ne sont pas réutilisables, à priori.

Les graves propres représentent une très petite part des déblais extraits (4%). Elles proviennent des alluvions anciennes recoupées au fond du grand déblai des Marches, sous une épaisse couverture de moraines.

Les volumes à mettre en œuvre atteignent 4 700 000 m³ auxquels s'ajoutent environ 1 800 000 m³ pour les dépôts paysagers (dont 1 200 000 m³ dans l'aménagement prévu au pied de la côtière des Marches).

Hors aménagements paysagers, ces volumes se répartissent par catégorie de la façon suivante :

- corps de remblai : 67%
- matériaux spécifiques drainants : 25%, essentiellement en base de remblai dans les secteurs inondables ou compressibles (vallée de l'Albanne, vallée du Bondeloge en contrebas de Myans, certains secteurs de la plaine de l'Isère),
- matériaux nobles : 8%

Le bilan matériaux

Du point de vue de la qualité des matériaux, les déblais extraits sont nettement insuffisants pour réaliser l'ensemble des matériaux nobles et spécifiques nécessaires.

Les graves propres extraites au fond (et donc à la fin) du grand déblai des Marches doivent pouvoir être utilisées pour la réalisation de la couche de forme ferroviaire du lot, et une partie des graves des blocs techniques (le complément pouvant être fourni par la meilleure fraction des sols graveleux, après sélection et élaboration).

Il apparaît alors un déficit d'environ 1 300 000 m³ en matériaux spécifiques et nobles. En revanche, les déblais peuvent fournir la totalité des matériaux de corps de remblai.

Les options du mouvement des terres

Si l'on tient compte à la fois des déblais du secteur et des matériaux extraits du tunnel de la Chartreuse, il se dégage des excédents de matériaux de corps de remblai, qui pourraient être utilisés, par anticipation pour les remblais prévus en deuxième phase de projet, entre l'A41 et la voie ferrée actuelle. Cette option offre l'avantage, outre celui de limiter les dépôts de la première phase du projet, de limiter également le déficit en matériaux de la deuxième phase de construction du projet en Combe de Savoie.

En ce qui concerne le déficit en matériaux nobles et spécifiques, on a recours aux mêmes types de solutions que celles proposées pour la variante Chapareillan :

- ouverture d'une carrière spécifique (emprunt) à Francin,
- utilisation des matériaux extraits des tunnels débouchant dans la vallée de l'Hyère,
- approvisionnement à partir des carrières existantes.

L'emprunt de Francin, pratiquement attenant au tracé, peut fournir de l'ordre de 700 000 m³ de matériaux drainants de base de remblai, à mettre en œuvre rapidement.

Les tunnels débouchant en vallée de l'Hyère doivent fournir un peu plus de 300 000 m³ de matériaux drainants.

Pour le complément en matériaux nobles et spécifiques, l'approvisionnement à partir des carrières existantes a été retenu à ce stade des études.

Les dépôts

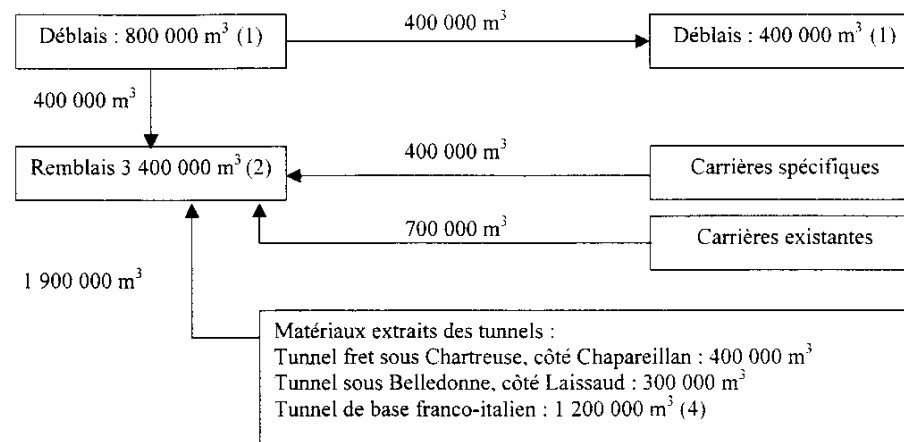
Les aménagements paysagers des différents secteurs, en particulier de Myans et du pied de la carrière des Marches, permettant la mise en dépôt de l'ensemble des matériaux.

Variante Chapareillan – deuxième phase (lignes nouvelles voyageurs et fret)

La deuxième phase du projet intègre le prolongement de la ligne nouvelle voyageurs jusqu'au tunnel sous Belledonne, les raccordements à la voie ferrée Montmélian – Grenoble associés, et la réalisation d'une voie nouvelle fret parallèle à la ligne voyageurs, à partir d'un deuxième tunnel sous Chartreuse.

Le contexte est donc le même que pour la première phase avec un ouvrage remblai et donc fortement déficitaire.

Le schéma ci-dessous résume les volumes mis en jeu et les hypothèses de mouvement des terres.



- (1) Y compris la suppression d'un raccordement provisoire de première phase
- (2) Toutes natures de matériaux confondues, hors granulats pour béton et ballast
- (3) Non compris les matériaux non réutilisés extraits des tunnels
- (4) Ce tunnel étant considéré réalisé lors d'une étape intermédiaire, entre les projets TGV Lyon – Montmélian et Montmélian – Saint-Jean-de-Maurienne.

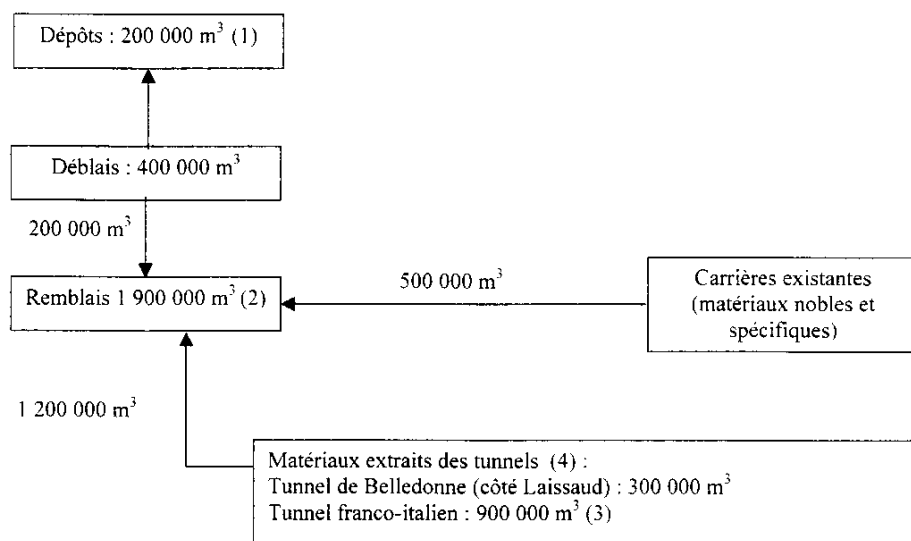
Variante Apremont – deuxième phase (lignes nouvelles voyageurs et fret)

La deuxième phase du projet intègre le prolongement du tracé de la ligne nouvelle voyageurs (LGV) vers le tunnel sous Belledonne, en vallée de l'Isère, les raccordements associés sur la voie ferrée Montmélian – Grenoble ainsi que la sortie des deux voies fret de leur tunnel respectif sous Chartreuse, de part et d'autre de celui de la LGV, et leurs raccordements aux voies déjà réalisées, côté Apremont.

La configuration du projet est essentiellement en remblai, d'où un déficit en matériaux mais moins accusé cependant que pour la variante Chapareillan.

On suppose qu'une partie des remblais en vallée de l'Isère a été anticipé et réalisé en première phase, pour absorber les excédents de matériaux extraits réutilisables. De même, dans la plaine compressible de l'Albanne, tous les remblais, même ceux des voies fret, sont supposés réalisés dès la première phase, pour des raisons de stabilité des ouvrages.

Le schéma ci-après synthétise les volumes mis en jeu et les hypothèses de mouvement des terres envisagés.



- (1) Non compris les matériaux non réutilisés extraits des tunnels ;
- (2) Toutes natures de matériaux confondues, y compris aménagements paysagers du versant est de la Chartreuse (hors granulats pour béton et ballast) ;
- (3) Le tunnel de base franco-italien est supposé réalisé lors d'une étape intermédiaire entre les projets TGV Lyon - Montmélian et Montmélian – Saint-Jean-de-Maurienne ;
- (4) Le déficit en matériau est localisé à 99% dans la vallée de l'Isère, c'est pourquoi l'utilisation des matériaux extraits des tunnels fret sous la Chartreuse, sortant à Apremont, n'est pas envisagé.

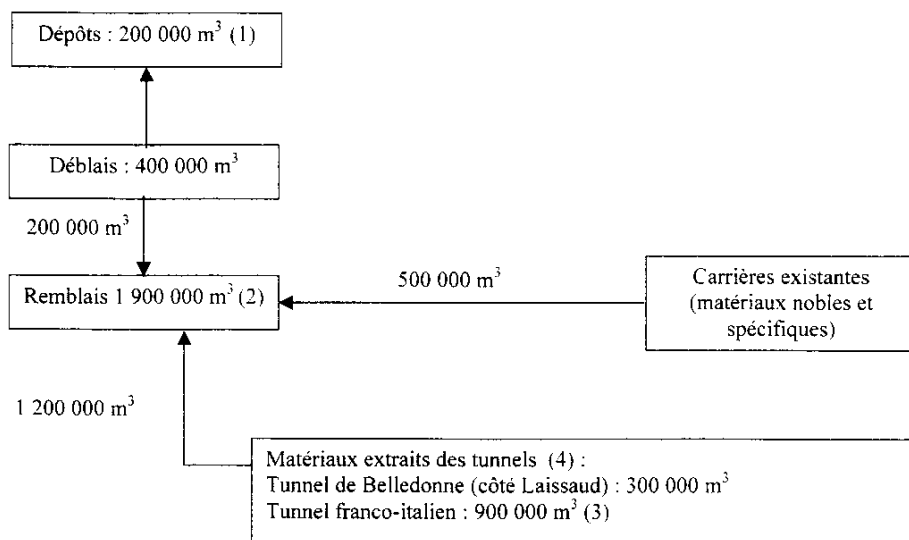
Variante Apremont – deuxième phase (lignes nouvelles voyageurs et fret)

La deuxième phase du projet intègre le prolongement du tracé de la ligne nouvelle voyageurs (LGV) vers le tunnel sous Belledonne, en vallée de l'Isère, les raccordements associés sur la voie ferrée Montmélian – Grenoble ainsi que la sortie des deux voies fret de leur tunnel respectif sous Chartreuse, de part et d'autre de celui de la LGV, et leurs raccordements aux voies déjà réalisées, côté Apremont.

La configuration du projet est essentiellement en remblai, d'où un déficit en matériaux mais moins accusé cependant que pour la variante Chapareillan.

On suppose qu'une partie des remblais en vallée de l'Isère a été anticipé et réalisé en première phase, pour absorber les excédents de matériaux extraits réutilisables. De même, dans la plaine compressible de l'Albanne, tous les remblais, même ceux des voies fret, sont supposés réalisés dès la première phase, pour des raisons de stabilité des ouvrages.

Le schéma ci-après synthétise les volumes mis en jeu et les hypothèses de mouvement des terres envisagés.



- (1) Non compris les matériaux non réutilisés extraits des tunnels ;
- (2) Toutes natures de matériaux confondues, y compris aménagements paysagers du versant est de la Chartreuse (hors granulats pour béton et ballast) ;
- (3) Le tunnel de base franco-italien est supposé réalisé lors d'une étape intermédiaire entre les projets TGV Lyon - Montmélian et Montmélian – Saint-Jean-de-Maurienne ;
- (4) Le déficit en matériau est localisé à 99% dans la vallée de l'Isère, c'est pourquoi l'utilisation des matériaux extraits des tunnels fret sous la Chartreuse, sortant à Apremont, n'est pas envisagé.