

### 5.3.2.3 Le logiciel CHAO

Ce logiciel permet de concevoir la grille horaire optimale pour une infrastructure ferroviaire donnée ou d'optimiser une infrastructure pour qu'elle puisse supporter une grille de desserte voulue.

Après avoir identifié les éventuels conflits de circulation, le logiciel permet, en faisant varier le positionnement du train ou la consistance de l'infrastructure, d'aboutir à la solution optimisée.

### 5.3.3 Les besoins en capacité à moyen terme

#### 5.3.3.1 Le tronçon international de Saint-Jean-de-Maurienne au tunnel actuel du Fréjus :

La capacité maximum admise sur le parcours Saint-Jean-de-Maurienne – Bussoleno, selon les résultats de l'étude de modernisation de la ligne à l'horizon de 2020, est d'environ 210 trains, deux sens et tous trafics confondus, dont 148 trains de fret à cet horizon.

Le tableau ci-dessous donne, en fonction des trois hypothèses d'évolution du fret prises en compte dans l'étude 2005-2020 menée par les Réseaux français et italien :

- le trafic correspondant,
- l'horizon auquel ce trafic serait atteint.

SECTION ST JEAN-DE-MAURIENNE - TUNNEL DU FREJUS					
	TRAFFIC FRET (MT)	NOMBRE DE TRAINS			HORIZON
		Fret	Voyageurs	Total	
H1	20	134	62	196	2020
H2	22	146	62	210	2020
H3	24	166	42	210	2013

La saturation du tronçon international interviendrait ainsi à l'horizon 2020 pour l'hypothèse H2, et en 2013 pour l'hypothèse H3. Concernant cette hypothèse, il a été considéré dans l'étude qu'en 2013, le tonnage moyen des

trains n'avait pas encore atteint le niveau envisagé pour 2020, et que le trafic voyageurs était plus limité.

En conclusion, et compte tenu d'une marge de prudence, on peut admettre que les investissements de capacité envisageables d'ici 2020 sur cette section et d'importants investissements en matériel roulant permettraient le transit d'environ 20 millions de tonnes de fret par an sur l'itinéraire actuel du Fréjus. Un tel résultat repose sur des hypothèses de productivité du fret volontaristes.

#### 5.3.3.2 Le parcours Montmélian – Saint Jean-de-Maurienne

Pour acheminer dans de bonnes conditions à Saint-Jean-de-Maurienne les 20 millions de tonnes par an de fret évoquées au paragraphe précédent, en tenant compte des besoins supplémentaires liés en particulier à la circulation des machines de renfort traction, il pourrait être souhaitable de réaliser sur cette section les travaux suivants :

- l'optimisation du système d'espacement des trains,
- la dénivellation (saut-de-mouton) de la bifurcation de Saint-Pierre-d'Albigny.

Le montant des investissements correspondants s'élève à 480 MF H.T., aux conditions économiques de juin 1999.

Il convient d'y ajouter des investissements importants à Saint-Avre (qui sont à étudier) ainsi que l'augmentation de la puissance des installations de traction électrique.

Ces aménagements permettent de reporter la saturation de cette section aux environs de 25 millions de tonnes par an de fret par an, sur la base des hypothèses de productivité retenues pour l'étude du tronçon international.

SECTION MONTMELIAN – ST JEAN-DE-MAURIENNE	
CAPACITE OFFERTE (Nombre de trains) (1)	
Sur infrastructure actuelle	Sur infrastructure modernisée (2)
215	243

(1) Avec réactivation du faisceau relais de St-Avre

(2) Optimisation de l'espacement des trains + dénivellation de la bifurcation de St-Pierre-d'Albigny

### 5.3.3.3 Le nœud de Montmélian

#### Configuration et fonctionnement

Montmélian se situe à la bifurcation entre la ligne principale fret «Culoz-Modane» et la ligne du Grésivaudan «Grenoble-Montmélian» empruntée essentiellement par des circulations voyageurs.

Aujourd'hui, le croisement entre les deux itinéraires se fait à niveau mais sans incidence particulière sur l'exploitation, compte tenu de la faible desserte du Grésivaudan (environ 35 circulations, deux sens confondus). Par ailleurs l'itinéraire Grenoble - Maurienne n'est pas exploité.

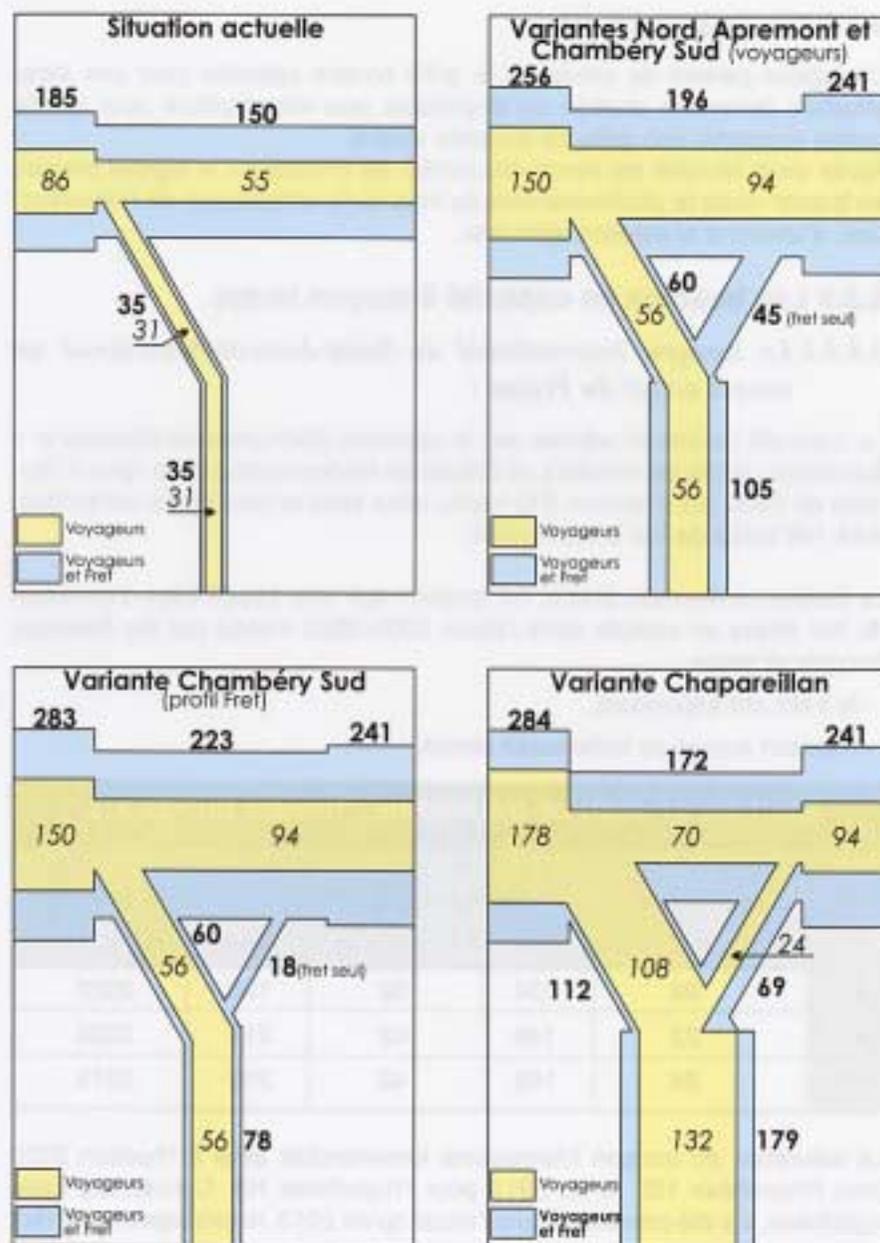
Les études de capacité sur le nœud de Montmélian ont été réalisées en intégrant :

- d'une part la réalisation de la LGV Lyon – Sillon alpin,
- d'autre part la progression du trafic fret, telle que présentée ci-avant et en tenant compte :
  - du trafic maximal pouvant transiter par l'itinéraire principal entre Aix-les-Bains et Montmélian (voir paragraphe 5.3.3.4), soit environ 14 millions de tonnes par an ce qui représente 102 trains par jour,
  - du trafic détournable qui arriverait à Montmélian par le sud (voir paragraphe 4.2), soit au maximum 45 trains par jour (environ 5 millions de tonnes par an).

Les schémas ci-contre illustrent le nombre de circulations journalières voyageurs et fret sur les différentes sections de ligne convergeant vers Montmélian à l'horizon précédant la mise en service du tunnel international en fonction :

- des variantes de raccordement de la LGV au Sillon alpin (voir paragraphe 3.1),
- des différents itinéraires complémentaires fret envisagés (voir paragraphe 4.2).

L'impact de la mise en service du tunnel international	
Section de ligne	Nombre de circulations journalières
Culoz - Modane	102
Grenoble - Montmélian	35
Grenoble - Maurienne	0
Lyon - Sillon alpin	0



### Les besoins en infrastructure

Ils diffèrent selon les variantes de raccordement de la ligne nouvelle voyageurs au Sillon alpin :

- Avec les variantes se raccordant au nord de Montmélian et avec environ 25 % du trafic fret arrivant à Montmélian par le sud, il est nécessaire de déniveler la bifurcation située du côté de Chambéry. Le saut-de-mouton nécessaire, initialement envisagé à la traversée même de Montmélian, peut être déplacé hors agglomération, et remplacé par un franchissement par dessous afin de minimiser l'impact sur le secteur urbanisé. Cet aménagement est complété par un raccordement à voie unique à 60 km/h, permettant le transit du fret du sud de Montmélian vers Modane, et par la mise à 90 km/h de l'itinéraire Grenoble - Chambéry.

- Avec la variante Chapareillan se raccordant au sud de Montmélian, la branche vers Grenoble qui fait également fonction d'itinéraire complémentaire fret devient très chargée et les cisaillements à Montmélian nombreux. Parmi les différentes solutions étudiées, la dénivellation en tranchée couverte de la voie 2 Modane - Chambéry apparaît la plus pertinente pour éliminer la plupart des croisements à niveau.

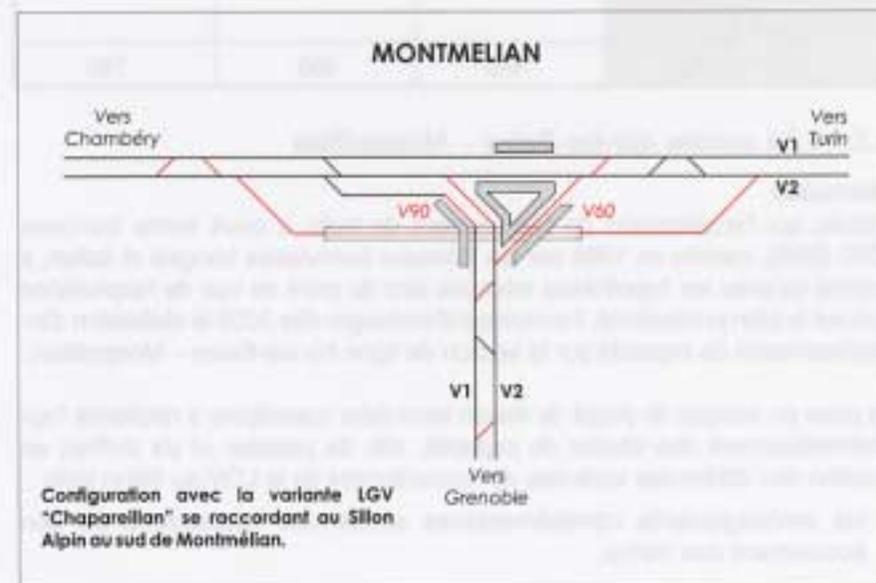
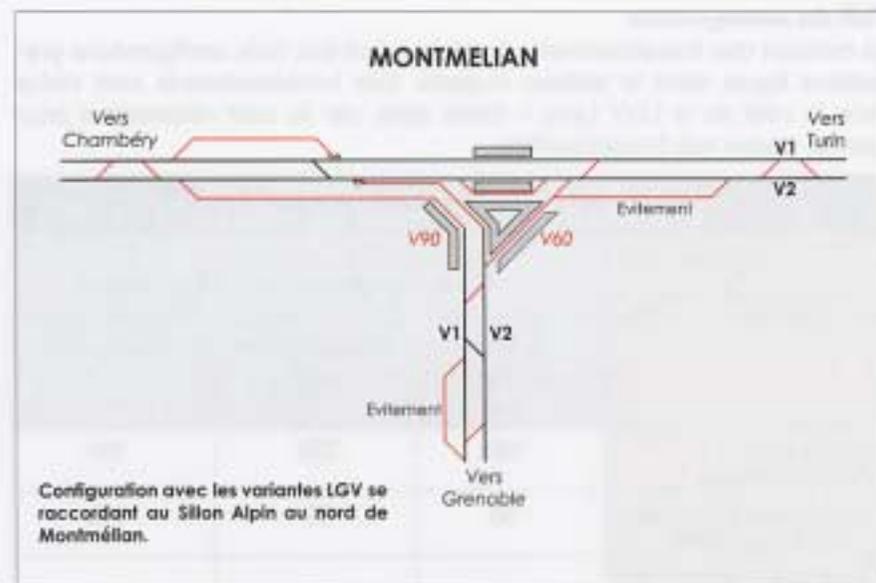
Cet aménagement est complété par la création de l'itinéraire Grenoble - Modane (voie unique avec évitement, voire double voie à 60 km/h) et par la mise à 90 km/h de l'itinéraire Grenoble - Chambéry.

- Avec la variante Chambéry Sud au profil fret (voir paragraphe 4.2.2.1), les 45 circulations de fret détournables de l'axe principal se répartissent :

- en partie sur la branche vers Grenoble (18 trains représentant environ 2 millions de tonnes par an en provenance du sud),
- en partie sur la branche vers Chambéry (27 trains représentant environ 3 millions de tonnes par an, en provenance du sud et de la région lyonnaise) après avoir rejoint l'itinéraire fret majeur via Chambéry Sud.

Avec cette variante, les aménagements à réaliser à Montmélian sont les mêmes que ceux nécessités par la première configuration (arrivée du TGV au nord de Montmélian).

Ces propositions d'aménagements, qui reposent sur une prise en compte globale des circulations, seront à approfondir avec l'élaboration du graphique horaire.



### Coût des aménagements

Le montant des investissements correspondant aux trois configurations présentées figure dans le tableau ci-après. Ces investissements sont inclus dans le coût de la LGV Lyon – Sillon alpin, car ils sont nécessaires pour assurer toutes ses fonctionnalités.

COUT DES AMENAGEMENTS A MONTMELIAN A L'HORIZON DE LA LGV LYON – SILLON ALPIN			
CONFIGURATION AMENAGEMENTS	Millions de francs 1999 hors taxes		
	LGV se raccordant au nord	Chambéry Sud (fret)	Chapareillan
Dénivellation des croisements	280	280	530
Raccordement Grenoble - Chambéry à V 90	50	50	180
Raccordement Grenoble - Modane à V 60 et voie d'évitement au sud	150	150	70
<b>MONTANT TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>480</b>	<b>780</b>

### 5.3.3.4 La section Aix-les-Bains – Montmélian

#### Généralités

L'étude sur l'amélioration de l'écoulement du trafic à court terme (horizons 2001-2005), menée en 1998 par les Réseaux ferroviaires français et italien, a montré qu'avec les hypothèses retenues tant du point de vue de l'exploitation que sur le plan productivité, il convenait d'envisager dès 2005 la réalisation d'investissements de capacité sur la section de ligne Aix-les-Bains – Montmélian.

La prise en compte du projet de liaison ferroviaire transalpine a nécessité l'approfondissement des études de capacité, afin de préciser et de chiffrer, en fonction des différentes variantes de raccordement de la LGV au Sillon alpin :

- les aménagements complémentaires strictement nécessaires au bon écoulement des trafics,

- les réserves de capacité disponibles et le tonnage de fret pouvant transiter sur la section de ligne.

#### Méthodologie

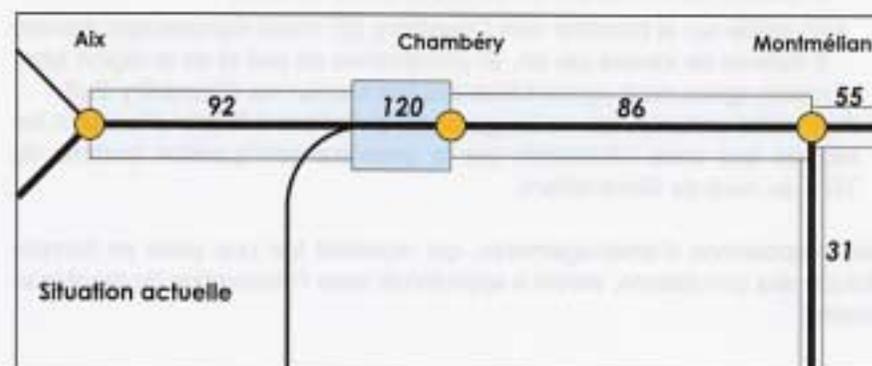
Les calculs de capacité ont été réalisés selon la méthode UIC rappelée ci-dessus, complétée par une analyse plus fine des flux de trafic voyageurs autour du point singulier que représente la gare de Chambéry. Ainsi, la perte de capacité consécutive à l'indisponibilité des voies principales due aux cisaillements et aux stationnements des circulations a été appréhendée.

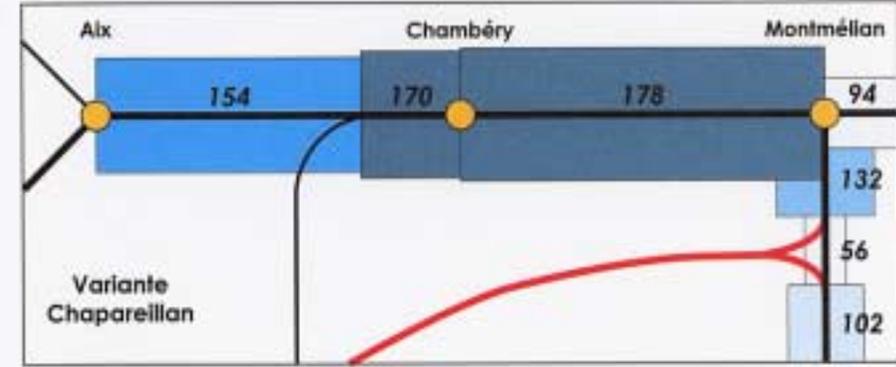
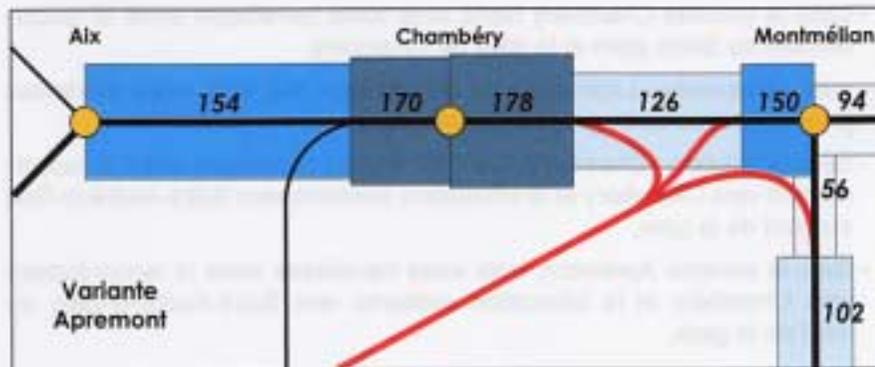
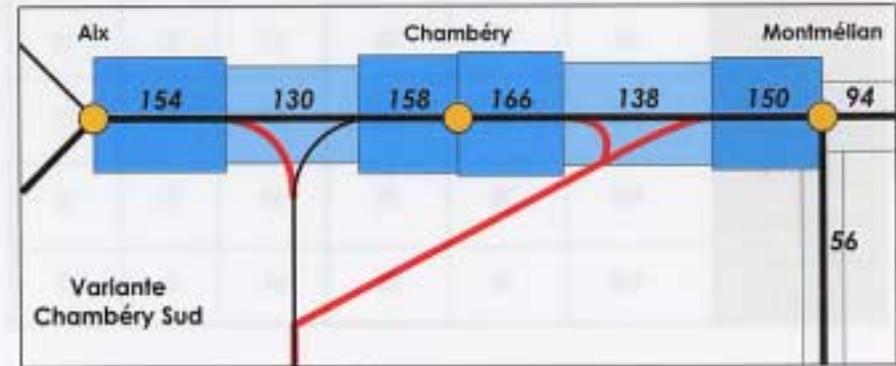
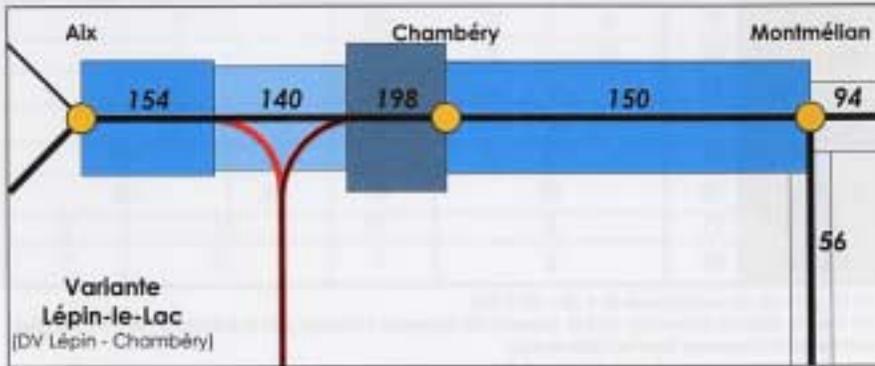
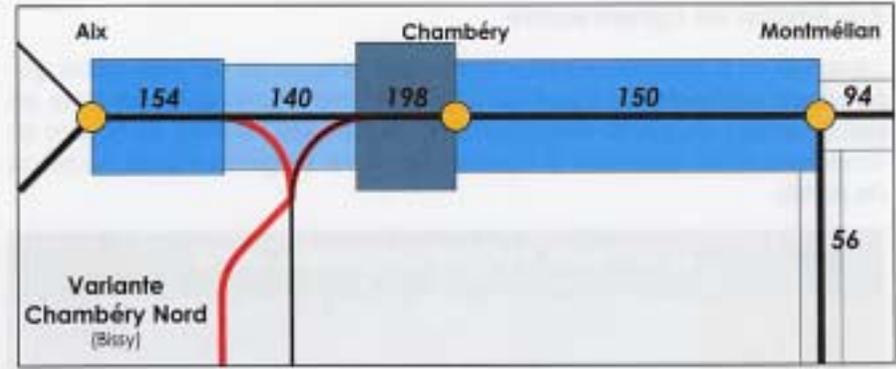
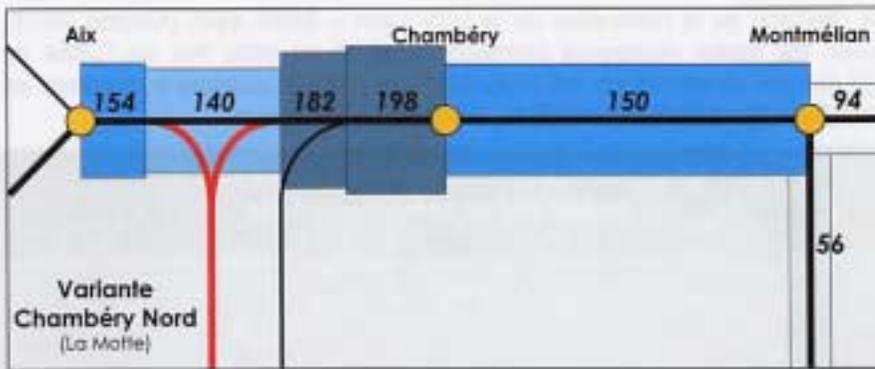
Après une analyse de la situation actuelle, les réserves de capacité ont été calculées à l'horizon 2010 (horizon de réalisation de la LGV Lyon – Sillon alpin), d'une part sur infrastructure existante, d'autre part sur infrastructure aménagée, pour chaque configuration de raccordement envisagée.

Les calculs réalisés prennent en compte les hypothèses suivantes :

- charge utile moyenne des trains : 520 t sur 260 jours,
- équilibre entre l'export et l'import,
- trafic de nuit : 0,60 fois le trafic de jour.

Les schémas ci-contre illustrent le nombre de circulations voyageurs sur les différents tronçons de la section étudiée à l'horizon 2010 avec la LGV. Ils montrent que pour toutes les variantes, c'est entre le point d'arrivée de l'itinéraire voyageurs et la gare de Chambéry que le trafic voyageurs est le plus important.





## Les besoins en infrastructure

L'examen de la situation actuelle montre que la capacité est aujourd'hui globalement suffisante eu égard au trafic fret international (une centaine de trains par jour en pointe hebdomadaire). Néanmoins l'activité de la gare de Chambéry limite fortement le nombre de sillons supplémentaires en heure de pointe.

AIX-LES-BAINS A MONTMELIAN Situation actuelle						
CAPACITE PRATIQUE	Jour (5 h 30 - 22 h 30)			Nuit (22 h 30 - 5 h 30)		
	Capacité	Trains de voy.	Trains de fret	Capacité	Trains de voy.	Trains de fret
Aix-Chambéry (V1)	96	41	33	53	5	19
Chambéry-Aix (V2)	110	41	29	57	5	17
Chambéry-Montmélian(V1)	107	38	33	49	5	19
Montmélian-Chambéry (V2)	106	38	29	61	5	17

A l'horizon de la réalisation de la LGV Lyon – Sillon alpin (horizon 2010), avec les trafics voyageurs correspondants et un trafic fret de l'ordre de 13 millions de tonnes par an, l'infrastructure actuelle, comme le montrent les résultats figurant dans le tableau ci-après, ne suffit plus.

AIX-LES-BAINS A MONTMELIAN Réserves de capacité (1) Situation 2010 sur infrastructure actuelle							
Variantes LGV	Sections de ligne	Aix les B.	Chambéry Nord	Bif Saint-André	Chambéry	Chambéry	Apremont
		Chambéry Nord	Bif Saint-André	Chambéry	Chambéry Sud	Apremont	Montmélian
Chambéry Nord	V1	-4	-30	-38	-1		
	V2	10	-9	-17	-7		
Lépin-le-Lac	V1	-6		-38	-1		
	V2	10		-17	-7		
Chambéry Sud(2)	V1	-3		-17	-15	-12	
	V2	10		0	-26	-20	
Apremont/Chapareillan	V1	-9		-17	-17		5
	V2	9		1	-17		5

(1) En période dimensionnante (5 h 30 – 22 h 30).

(2) Avec la variante Chambéry Sud la desserte de Grenoble s'effectue par la bretelle de St-André-le-Gaz, comme avec Chambéry Nord et Lépin-le-Lac.

Les aménagements minimums à réaliser pour disposer d'une capacité suffisante sont :

- dans la variante Chambéry Nord, trois voies banalisées entre le raccordement au Sillon alpin et la gare de Chambéry,
- avec la variante «Lépin-le-Lac», banalisation des trois voies existantes jusqu'à l'entrée de la gare de Chambéry,
- dans la solution «Chambéry Sud», trois voies banalisées entre le raccordement vers Chambéry et la bifurcation existante vers Saint-André-le-Gaz au nord de la gare,
- dans la variante Apremont, trois voies banalisées entre le raccordement vers Chambéry et la bifurcation existante vers Saint-André-le-Gaz, au nord de la gare,

- avec l'option Chapareillan, trois voies banalisées sur l'ensemble de la section Montmélian - bifurcation vers Saint-André-le-Gaz, au nord de la gare de Chambéry.
- quelle que soit la variante envisagée, des aménagements en gare de Chambéry, à savoir :
  - 2 voies à quai supplémentaires, permettant de réduire le temps d'indisponibilité des voies principales,
  - la modification des accès aux voies excentrées avec, en particulier, un relèvement de vitesse de 30 à 60 km/h et un accès direct sur la voie 4 impasse.

Les réserves de capacité sur l'infrastructure ainsi aménagée, toujours avec les mêmes hypothèses de trafic, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

AIX-LES-BAINS A MONTMELIAN Réserves de capacité (1) Situation 2010 sur infrastructure aménagée							
Variantes LGV	Sections de ligne	Aix les B.	Chambéry	Bit Saint-André	Chambéry	Chambéry	Apremont
		Chambéry Nord	Bit Saint-André	Chambéry	Chambéry Sud	Chambéry Sud	Montmélian
Chambéry Nord	V1	1	10	10			12
	V2	11	11	11			0
Lépin-le-Lac	V1	1		10			12
	V2	11		11			0
Chambéry Sud(2)	V1	12		9	8		11
	V2	10		10	7		4
Apremont/ Chapareillan	V1	-5		3	14		17
	V2	12		4	14		11

(1) En période dimensionnante (5 h 30 – 22 h 30).

(2) Avec la variante Chambéry Sud la desserte de Grenoble s'effectue par la bretelle de St-André-le-Gaz, comme avec Chambéry Nord et Lépin-le-Lac.

En comparant les différentes options de raccordement de la ligne nouvelle au Sillon alpin il apparaît que :

- Les variantes Apremont et Chapareillan ont des réserves de capacité moindres sur la section Aix-les-bains – Chambéry.
- Les variantes Chambéry Nord, Lépin-le-Lac et Chambéry Sud ont des résultats similaires et équilibrés de part et d'autre de la gare de Chambéry.

Les calculs précédents peuvent ensuite être traduits en nombre de trains de fret et en tonnage transporté. Les trafics sont conditionnés par la capacité la plus faible de chaque tronçon de voie. A partir de cette capacité, le nombre total de trains par jour découle des hypothèses d'équilibre du trafic entre les deux sens et de répartition jour/nuit indiquées ci-dessus.

Les trafics ainsi calculés pouvant transiter entre Aix-les-Bains et Montmélian sur la ligne aménagée sont donnés dans le tableau suivant :

En conclusion, il apparaît que, après réalisation d'aménagements complé-

Variante	Chambéry Nord	Lépin-le-Lac	Chambéry Sud	Apremont/ Chapareillan
Trains par jour	96 trains	96 trains	102 trains	80 trains
Tonnage annuel	13 Mt	13 Mt	14 Mt	11 Mt

mentaires plus ou moins conséquents sur la ligne actuelle et en gare de Chambéry, et avec les hypothèses prises en compte, les variantes Chambéry Nord et Lépin-le-Lac (avec saut-de-mouton vers Chambéry) et la variante Chambéry Sud sont les plus favorables pour la capacité de la section Aix-les-Bains - Montmélian. Avec l'utilisation des itinéraires complémentaires évoqués au chapitre 4, elles permettent d'acheminer jusqu'à Montmélian environ 18 millions de tonnes par an de marchandises.

Les aménagements liés à ces trois variantes sont de surcroît moins coûteux que ceux des variantes Apremont et Chapareillan.

Pour qu'il soit possible avec ces dernières d'écouler 13 millions de tonnes de fret par an entre Aix-les-Bains et Montmélian, des aménagements de capacité supplémentaires seraient nécessaires au nord de Chambéry.

### Coût des aménagements

Le montant des investissements à réaliser sur la section de ligne Aix-les-Bains – Montmélian dans le cadre de la réalisation de la LGV Lyon – Sillon alpin, selon les différentes variantes envisagées pour celle-ci, est repris dans le tableau ci-après :

SECTION AIX-LES-BAINS – MONTMELIAN					
COUT DES AMENAGEMENTS ASSOCIES A LA LGV LYON – SILLON ALPIN					
MF, HT, FGC, CE 1999					
VARIANTE	Chambéry Nord	Lépin-le-Lac ou Chambéry Nord (Bissy) (1)	Chambéry Sud	Apremont	Chapareillan
AMENAGEMENTS					
Aménagements en ligne	130	310	180	350	530
Aménagements en gare de Chambéry	380	380	380	380	380
MONTANT TOTAL H.T.	510	690	560	730	910

(1) avec saut-de-mouton vers Chambéry

### 5.3.3.5 La section Culoz – Aix-les-Bains

C'est la section la moins chargée de l'itinéraire avec, aujourd'hui, un débit journalier moyen annuel d'environ 130 trains, deux sens confondus, dont la moitié correspond à des trains de fret.

L'évolution du trafic jusqu'à la mise en service du tunnel international montre qu'avec l'utilisation des itinéraires complémentaires (voir chapitre 4), le nombre de circulations transitant sur la section de ligne en jour de pointe hebdomadaire est pratiquement constant (voir tableau ci-dessous).

En tenant compte en effet de la saturation de la section Aix-les-Bains – Montmélian partiellement aménagée à trois voies, le nombre de trains de fret n'excédera pas la centaine entre Culoz et Aix-les-Bains ce qui permettra d'acheminer environ 13 millions de tonnes de fret international par an.

SECTION CULOZ-AIX-LES-BAINS				
Horizon	Situation actuelle		Horizon de saturation de la section Aix-les-Bains - Montmélian	
	V1 Culoz-Aix	V2 Aix-Culoz	V1 Culoz-Aix	V2 Aix-Culoz
Trains				
Voyageurs	25	27	20	20
Fret	51	45	50	50
Autres	3	6	5	5
Total	157		150	

Nota : La bifurcation d'Aix-les-Bains vers Annecy n'a pas fait l'objet d'un approfondissement dans le cadre de ce projet. Compte tenu des hypothèses actuelles d'accroissement des trafics régionaux (TER et TERGV), une étude plus large de la section Aix-les-Bains (inclus) – Annecy s'avère indispensable.

### 5.3.3.6 La section Ambérieu-en-Bugey – Culoz

#### Situation actuelle

Entre Ambérieu-en-Bugey et Culoz, la ligne électrifiée en 1500 V continu et dotée de l'espacement automatique des trains présente un tracé sinueux d'une longueur d'environ 50 km. Les nombreuses courbes limitent la vitesse des circulations, à 130 km/h pour les trains de voyageurs les plus rapides, et 100 km/h pour les trains de fret.

Les circulations empruntant aujourd'hui cet itinéraire sont en débit journalier de pointe (voir tableau ci-dessous)

- Pour la desserte voyageurs :

- les relations «Grandes Lignes» internationales vers la Suisse occidentale et l'Italie, et nationales,
- les services régionaux (TER) regroupant les dessertes intercités (Lyon – Genève) et les dessertes de la «vie quotidienne»,

- Pour le fret :

- le trafic international majoritairement vers l'Italie et vers la Suisse,
- le trafic régional vers la Haute-Savoie via Bellegarde (Eaux d'Evian, trains de granulats...).

SECTION AMBERIEU - CULOZ Situation actuelle			
Trains	V1 Ambérieu - Culoz	V2 Culoz- Ambérieu	Total
Voyageurs	38	39	77
Fret	62	57	119
Autres	5	6	11
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>102</b>	<b>207</b>

Sur cette section de ligne les études de capacité ont été réalisées avec la méthode UIC, complétée par les temps d'indisponibilité des voies consécutifs aux manœuvres et cisaillements dans les gares d'Ambérieu-en-Bugey et de Culoz.

Les résultats présentés dans le tableau suivant montrent qu'aujourd'hui la ligne est pratiquement à saturation.

AMBERIEU - CULOZ Réserves de capacité actuelles					
Voie	Capacité	Capacité pratique	Nombre de trains	Réserve de capacité	
				De jour	De nuit
V1 Ambérieu - Culoz		96	105	-8	-1
V2 Culoz-Ambérieu		111	102	-3	+6
<b>Total</b>		<b>207</b>	<b>207</b>	<b>-5</b>	<b>+5</b>

### Situation à moyen terme

A cet horizon, avant la mise en service du tunnel international, il a été tenu compte pour les calculs de capacité :

- de la réalisation de la LGV Lyon - Sillon alpin qui retirera de la ligne les TGV à destination d'Annecy et de l'Italie,
- de la réactivation de la ligne du Haut-Bugey, entre Bourg-en-Bresse et Bellegarde, pour la desserte Paris-Genève / Chablais, qui retirera de la ligne les TGV correspondants
- de l'utilisation pour le fret des itinéraires complémentaires, permettant de décharger la section de ligne d'environ 30 circulations,
- de la réalisation d'un certain nombre d'aménagements préconisés dans l'étude des Réseaux 2001 – 2005, en particulier :
  - passage dénivelé entre le dépôt et le faisceau relai impair à Ambérieu-en-Bugey ;
  - transformation de la voie 3 de garage en voie d'évitement à Culoz.

Le débit journalier de pointe hebdomadaire à l'horizon d'étude, pour un trafic fret total de près de 20 millions de francs par an (dont 13 pour le trafic international), est alors de 220 circulations deux sens confondus (voir tableau ci-dessous).

SECTION AMBERIEU - CULOZ Horizon moyen terme (avant tunnel international)			
Trains	V1 Ambérieu - Culoz	V2 Culoz- Ambérieu	Total
Voyageurs	35	35	70
Fret	70	70	140
Autres	5	5	10
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>220</b>

Les résultats des calculs de capacité montrent qu'à l'horizon du projet et sans autres aménagements que ceux mentionnés ci-dessus la saturation de la section de ligne sera quasiment atteinte.

Pour permettre un service de meilleure qualité, des investissements de capacité supplémentaires peuvent être envisagés. Ils concernent, pour un montant estimé à 45 millions de francs hors taxes :

- La télécommande de la voie de garage centrale à Tenay
- L'optimisation du système actuel d'espacement des trains.

Les réserves de capacité obtenues avec ces travaux figurent dans le tableau ci-dessous.

SECTION AMBERIEU - CULOZ Horizon moyen terme (avant tunnel international) avec compléments d'aménagement				
Voie	Capacité pratique	Besoins (Nombre de trains)	Réserve de capacité	
			De jour	De nuit
V1 Ambérieu - Culoz	124	110	+6	+8
V2 Culoz-Ambérieu	147	110	+21	+16
<b>Total</b>	<b>271</b>	<b>220</b>	<b>+27</b>	<b>+24</b>

Ainsi aménagée, la saturation de la section de ligne Ambérieu-en-Bugey – Culoz interviendrait aux environs de 17 millions de tonnes par an de trafic fret franco-italien.