

Pour célébrer les 150 ans de l'École Centrale de Lyon



Cycle : AMENAGEMENT DE L'ESPACE

**Le tunnel de la nouvelle
liaison ferroviaire Lyon-Turin**
par Xavier Darmendrail, géologue



www.efferve-sciences.ec-lyon.fr



Liaison ferroviaire Lyon Turin

Partie commune franco-italienne

Efferve'sciences

Xavier DARMENDRAIL

Lyon - 10 octobre 2007





- I. Les objectifs de la liaison**
- II. Le projet et ses composantes**
- III. Principales étapes/point d'avancement des études**
- IV. Un cycle d'excavation à l'explosif**
- V. Avancement des travaux à début octobre 2007**



I. Les objectifs de la liaison



Contribuer au développement harmonieux de l'espace européen

- Le Lyon –Turin est **une priorité de l'Union européenne**, de la France et de l'Italie.
- Le Lyon-Turin est à **l'intersection de l'axe nord/sud** (Londres / Rome) et **ouest/est** (Corridor V – Lisbonne / Budapest / Kiev).
- La nouvelle liaison constitue **le maillon manquant** pour mettre en réseau 5000 kms de nouvelles lignes. Elle a été identifiée dès le sommet d'Essen en 1994 en tant que projet prioritaire de l'Union européenne et confirmée en tant que tel en 2004.



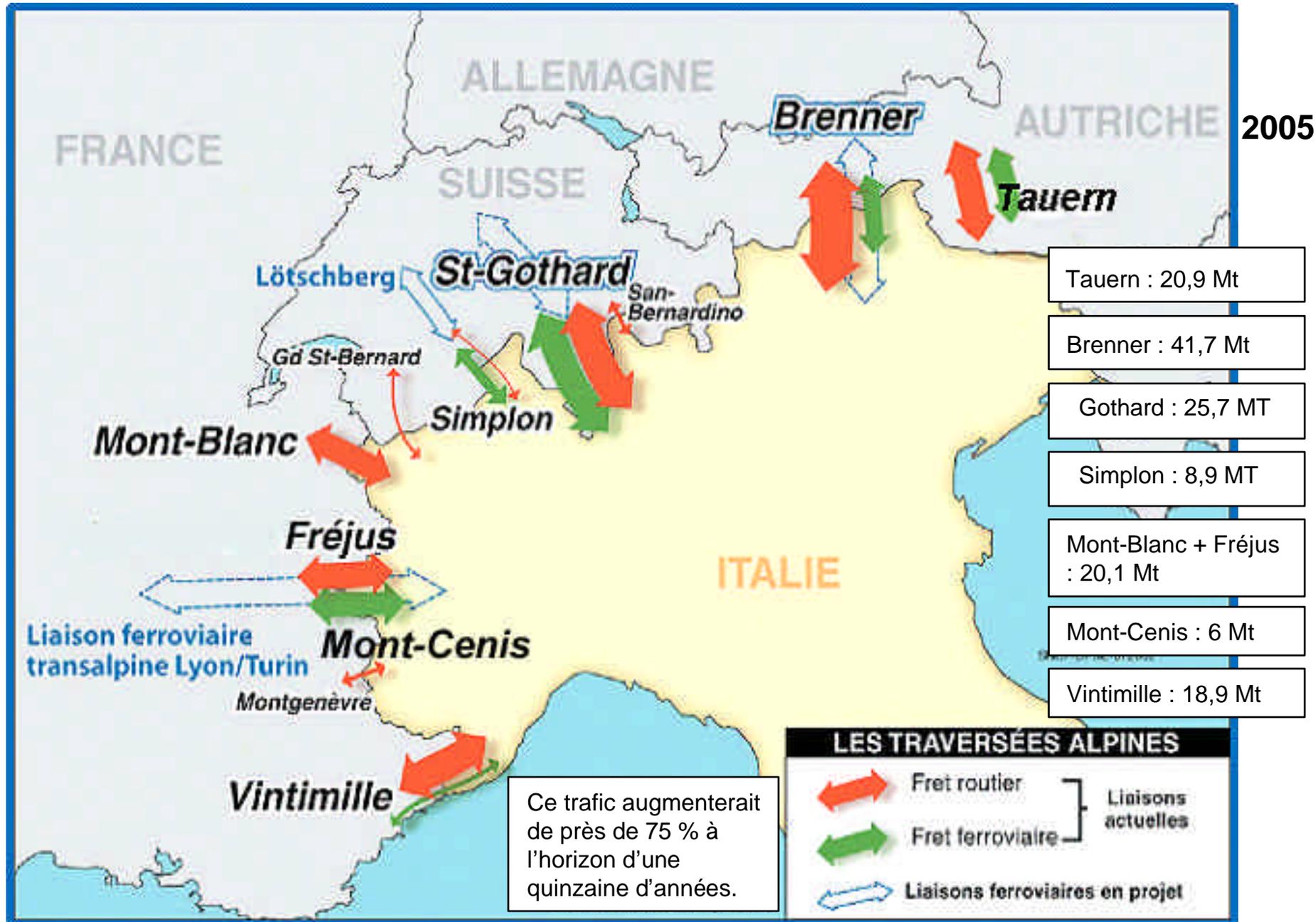
Les objectifs de la liaison



Répondre à la croissance des échanges à travers l'arc alpin

➤ Le trafic sur l'arc alpin est passé de **70 MT en 1984** à **150 MT en 2005** (de Vintimille au Tauern inclus). Dans le même temps, la part du fret ferroviaire est passée de près de **50% du trafic** à **moins d'un tiers**.

➤ Il faut **rééquilibrer l'offre de transport** entre le rail et la route (à l'exemple de la Suisse)





Limiter le trafic routier et rendre les traversées alpines plus sûres.

Les accidents du Mont Blanc (39 morts), du Tauern (12 morts), du Gothard (11 morts) et du Fréjus (2 morts) ont montré les limites des tunnels routiers et de leurs voies d'accès.

L'arc alpin (de Vintimille au Tauern)

- **2005** : 150 MT de fret (routier et ferroviaire)
- Le trafic à travers l'arc alpin devrait encore augmenter de 75 % à l'horizon d'une quinzaine d'années.

Les divers passages franco-italiens : 85% du trafic marchandises entre la France et l'Italie circule actuellement par la route.

- **en 2005** : 39,2 MT par la route soit 2,81 millions de PL / an (**soit 9400 PL / jour**).
- **en 2020** : si rien n'est fait pour limiter la croissance du trafic routier, 60,1 MT soit plus de 4 millions de PL/an (*études de trafic Fret Avant Projet de Référence – février 2007*)



Tunnels routiers du Fréjus et du Mont-Blanc (sans la nouvelle liaison Lyon-Turin)

- **en 2005** : 20,1 MT soit 1,37 million de PL / an
- **en 2020** : sans la nouvelle liaison Lyon Turin, 35,4 MT soit environ 2,33 millions de PL / an (*études de trafic Fret Avant Projet de Référence – février 2007*)





Rééquilibrer la répartition modale

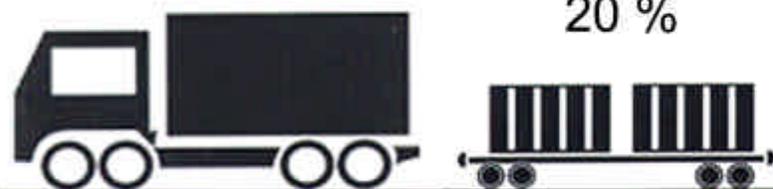
Répartition du fret rail / route

Evolution sur le couloir Mont Blanc - Fréjus / Mont-Cenis

2030 sans la
liaison Lyon-Turin

80 %

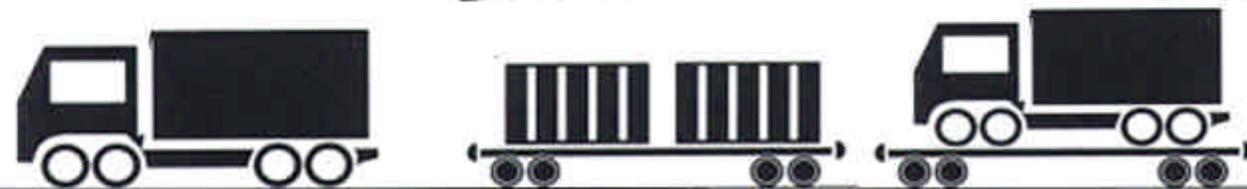
20 %



2030 avec la
liaison Lyon-Turin

51 %

49 %



Le Lyon Turin vise à **transférer sur le rail une partie significative du trafic de marchandises** (fret conventionnel, transport combiné et Autoroute ferroviaire).

A l'horizon 2030, la capacité du tunnel de base devrait permettre d'accueillir **plus de 40 millions de tonnes/an de marchandises** par chemin de fer (la capacité opérationnelle et commerciale de la ligne actuelle entre la Savoie et le Piémont est d'environ 14 Mt + 3,5 Mt pour l'autoroute ferroviaire).



L'expérimentation de l'autoroute ferroviaire

Depuis la fin 2003, une autoroute ferroviaire à gabarit restreint, pour des PL de moins de 4 m de hauteur, est expérimentée sur la ligne existante.

L'AF assure un service commercial limité entre Aiton-Bourgneuf (en Savoie) et Orbassano (en périphérie de Turin) avec un *taux de remplissage de près de 70%*.

L'utilisation de wagons surbaissés Modalhor permet le **transport des camions complets ou des seules remorques** (une voiture en tête regroupe les chauffeurs).

➤ **Phase 1 (2003 – 2008) :**
Expérimentation technique entre Aiton et Orbassano.

➤ **Phase 2 (après 2008) :**
Mise en service complète, après mise au gabarit de la ligne historique.
Service de 10 aller-retours quotidiens.





Vers une autoroute ferroviaire à grand gabarit

L'expérimentation Modalohr ne répond que partiellement aux objectifs.

A la mise en service de la nouvelle liaison Lyon-Turin, un système d'autoroute ferroviaire, sur près de 300 km, à grand gabarit (sur le modèle d'Eurotunnel) permettra de transférer tous les types de camions (jusqu'à 4,20 m de hauteur) sur des trains.

➤ **Système de type Eurotunnel :**

- de grande capacité,
- ouvert à tout type de camions,
- simple et économique.

➤ **Service fréquent :**

- 3 départs / heure de pointe ;
- service d'une cinquantaine d'aller-retours quotidiens ;
- objectif de fréquentation **d'au moins 600 000 camions/an** dans les premières années d'exploitation et de 1 million de poids lourds/ an à plus long terme.



Terminal Eurotunnel

Les objectifs de la liaison



Un considérable gain de temps pour les voyageurs





Protéger l'environnement

- Le projet s'inscrit dans les orientations de la **Convention alpine** signée en 1991 par les 8 pays de l'arc alpin. Les signataires s'engagent :
 - à limiter les nuisances environnementales
 - à limiter les risques dus au trafic, notamment en ne créant pas de capacité routière nouvelle pour les franchissements alpins
 - à concilier développement durable et préservation des territoires
- Le projet contribuera au respect des **engagements de Kyoto (1997) et de Johannesburg (2002)**.
- Le Lyon-Turin permettra un large report de la route vers le rail.
Ce transfert contribuera à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans les Alpes (**réduction d'environ 425 tonnes/jour de polluants nocifs**).
- Basée uniquement sur l'énergie électrique, la nouvelle liaison constituera un système de transport beaucoup plus adapté à l'économie de l'après pétrole que le seul transport routier.





II. Le projet et ses composantes

Les acteurs du projet



France

Union européenne

Italie



Louis BESSON

Commission intergouvernementale CIG



Rainer MASERA

RFF



Laurens Jan BRINKHORST
Coordinateur

RFI



François LEPINE

Lyon Turin Ferroviaire

Paolo COMASTRI



Sous l'autorité de la CIG et du CA, selon le traité, LTF :

- effectue les études d'avant projet
- réalise les travaux de reconnaissance, des descenderies et des galeries
- propose aux 2 gouvernements : la consistance définitive des ouvrages, leur localisation, l'enveloppe financière prévisionnelle, les modalités de réalisation (montage juridique et financier).

Le projet et ses composantes



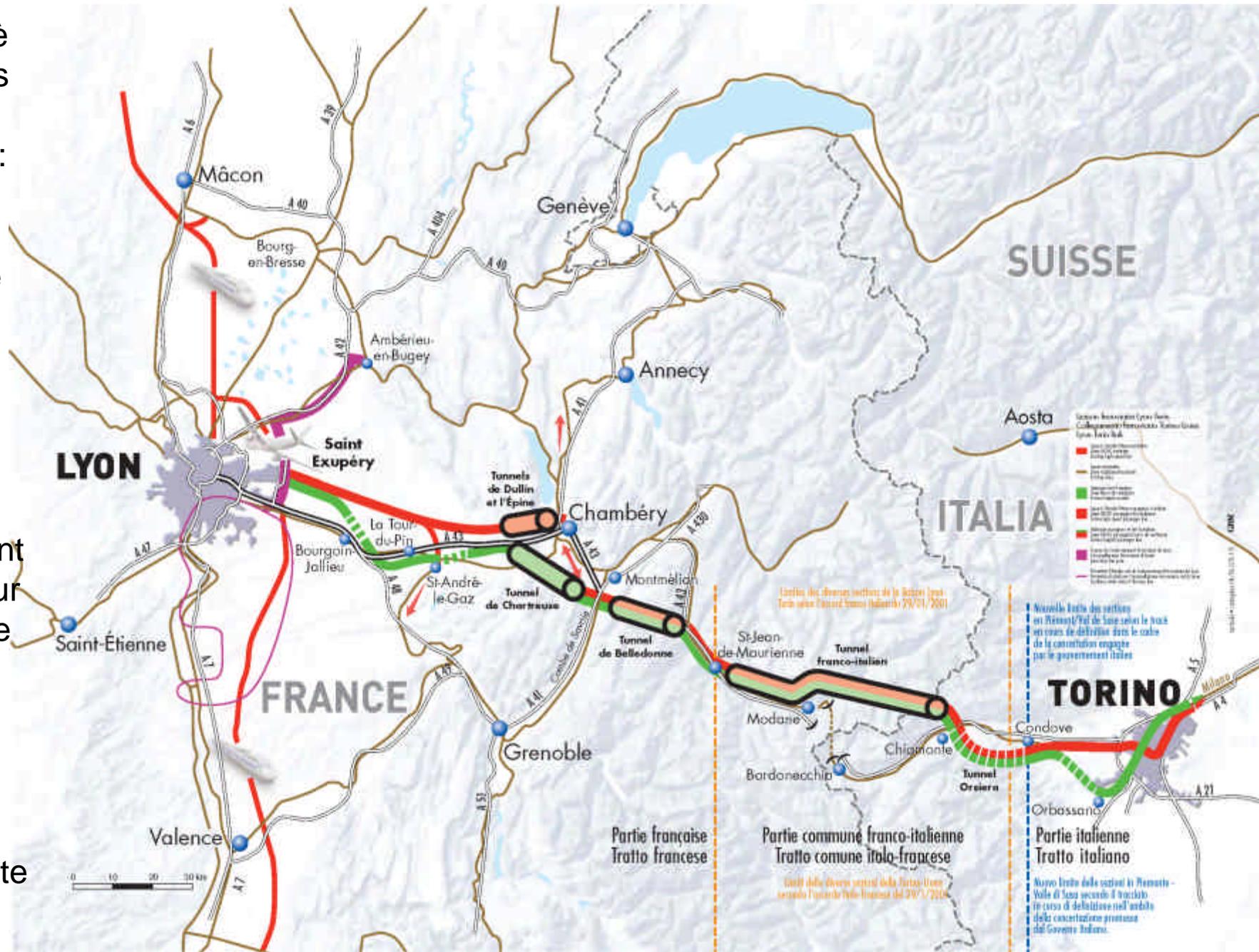
Le tracé du Lyon-Turin : près de 300 km de voies nouvelles fret et voyageurs.

La section transfrontalière : 80 km entre Saint-Jean-de-Maurienne et la Basse vallée de Suse, dont tunnel de base (52 km).

Procédure de concertation actuellement en Italie

- études complémentaires d'impact environnemental dont l'analyse de divers tracés pour une insertion optimale dans le territoire.

- conférence du 13/06/2007 (« Tavolo politico ») : orientations pour un nouveau tracé dans la vallée de Suse.
- nouveau tracé pris en compte par l'Italie dans la réponse à l'appel à propositions de l'UE, mi-juillet 2007.



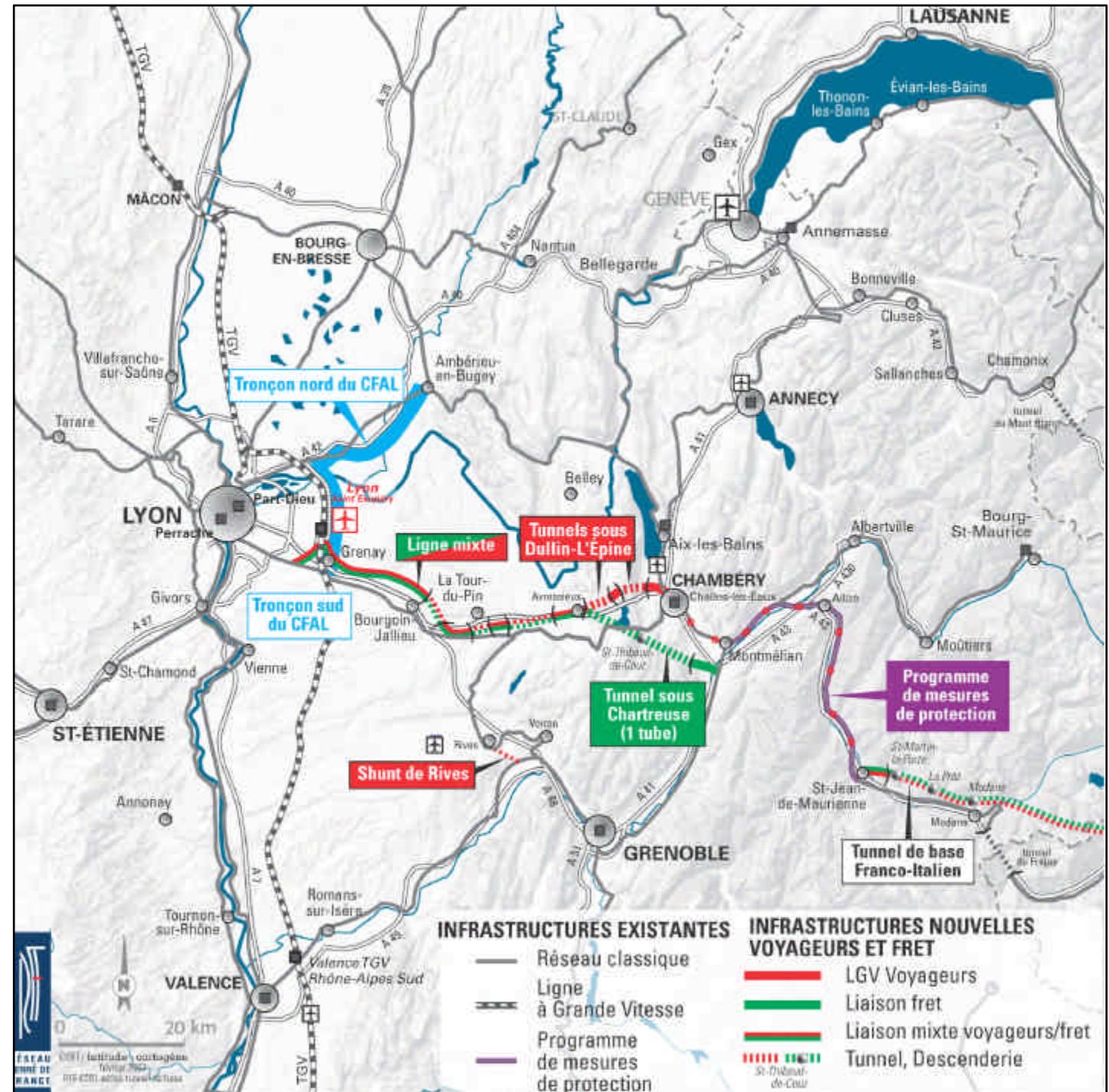
Programme prioritaire des accès français au tunnel de base



La décision ministérielle française du 02/02/2007 a fixé le programme prioritaire de réalisation des accès français entre Lyon et St Jean de Maurienne en deux phases.

Un tronçon de Lyon au sillon alpin, sera aménagé prioritairement pour un coût de 4,4 milliards d'euros avec la réalisation du tunnel de Chartreuse (fret) et des tunnels de Dullin-L'Épine (voyageurs).

Un protocole de financement, a été signé le 19/03/2007 entre l'Etat, les collectivités territoriales et RFF.



La partie commune franco-italienne



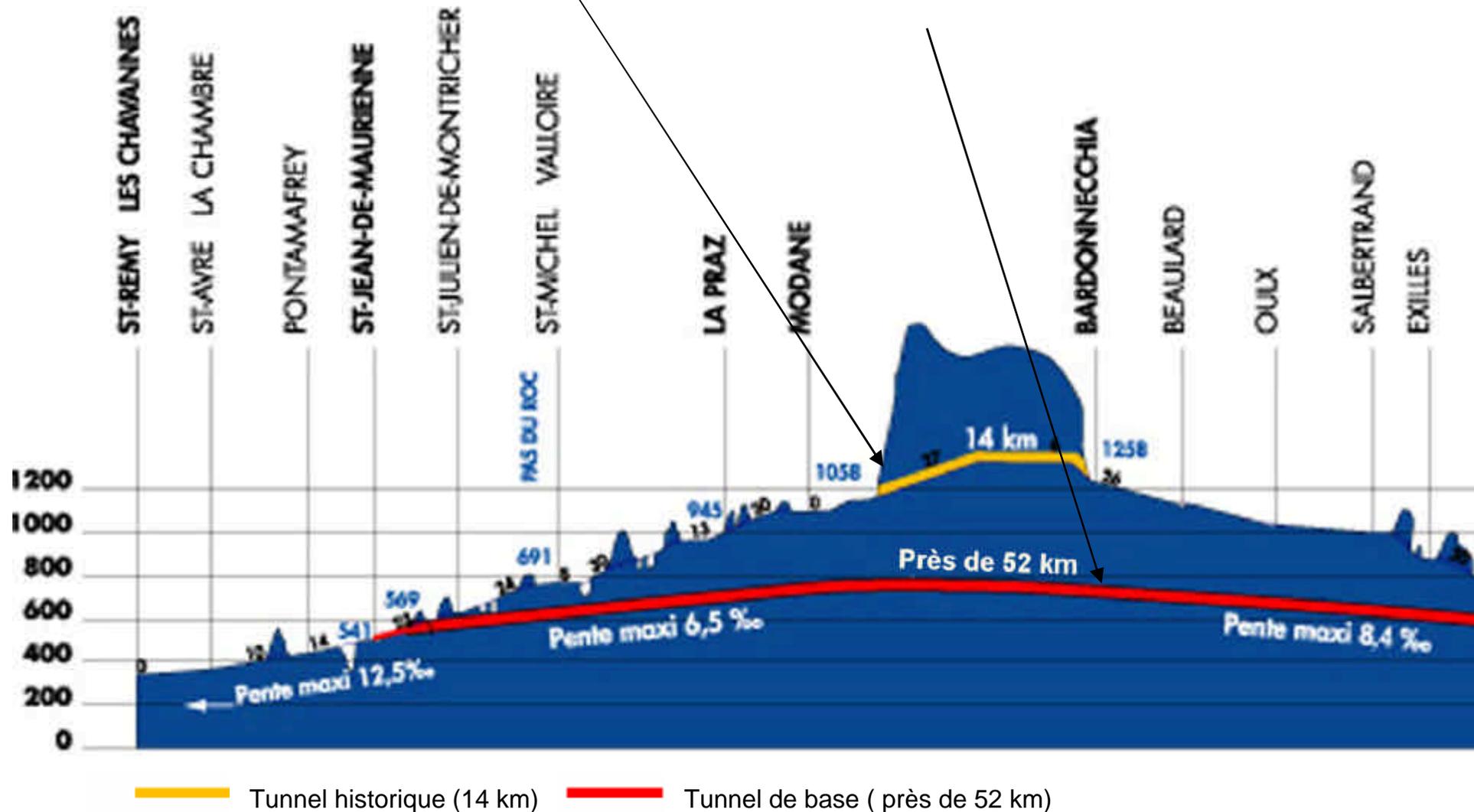
Le projet : créer une « ligne de plaine » sous la montagne

Ligne historique :
Profil de montagne.

Pente maximale : 33 ‰

Ligne nouvelle :
Profil de plaine.

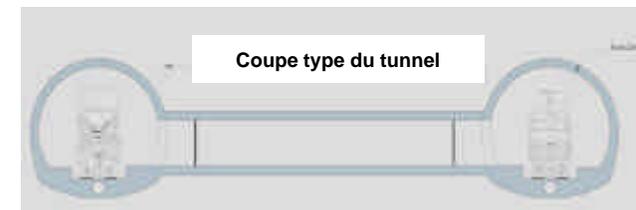
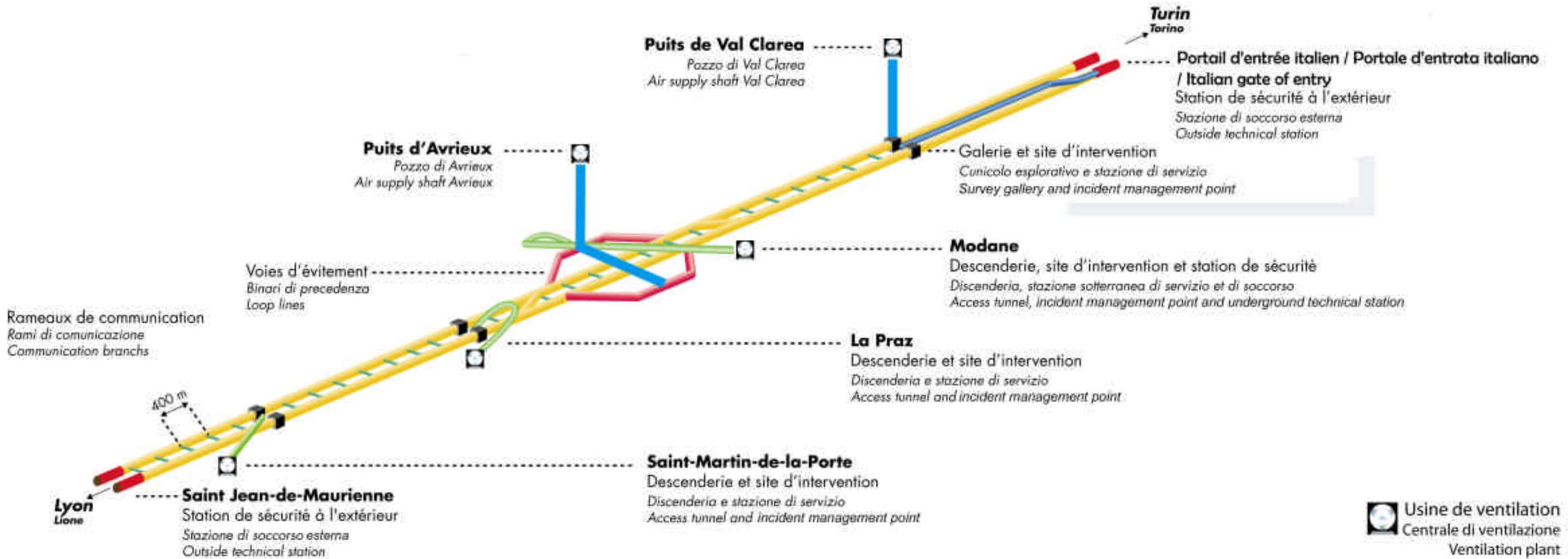
Pente maximale : 12,5 ‰



La ligne ferroviaire actuelle, même modernisée, ne répond pas aux objectifs de report modal. Cette liaison est une ligne de montagne avec des dénivelés trop importants (jusqu'à 3 locomotives pour tracter un convoi de marchandises). 17

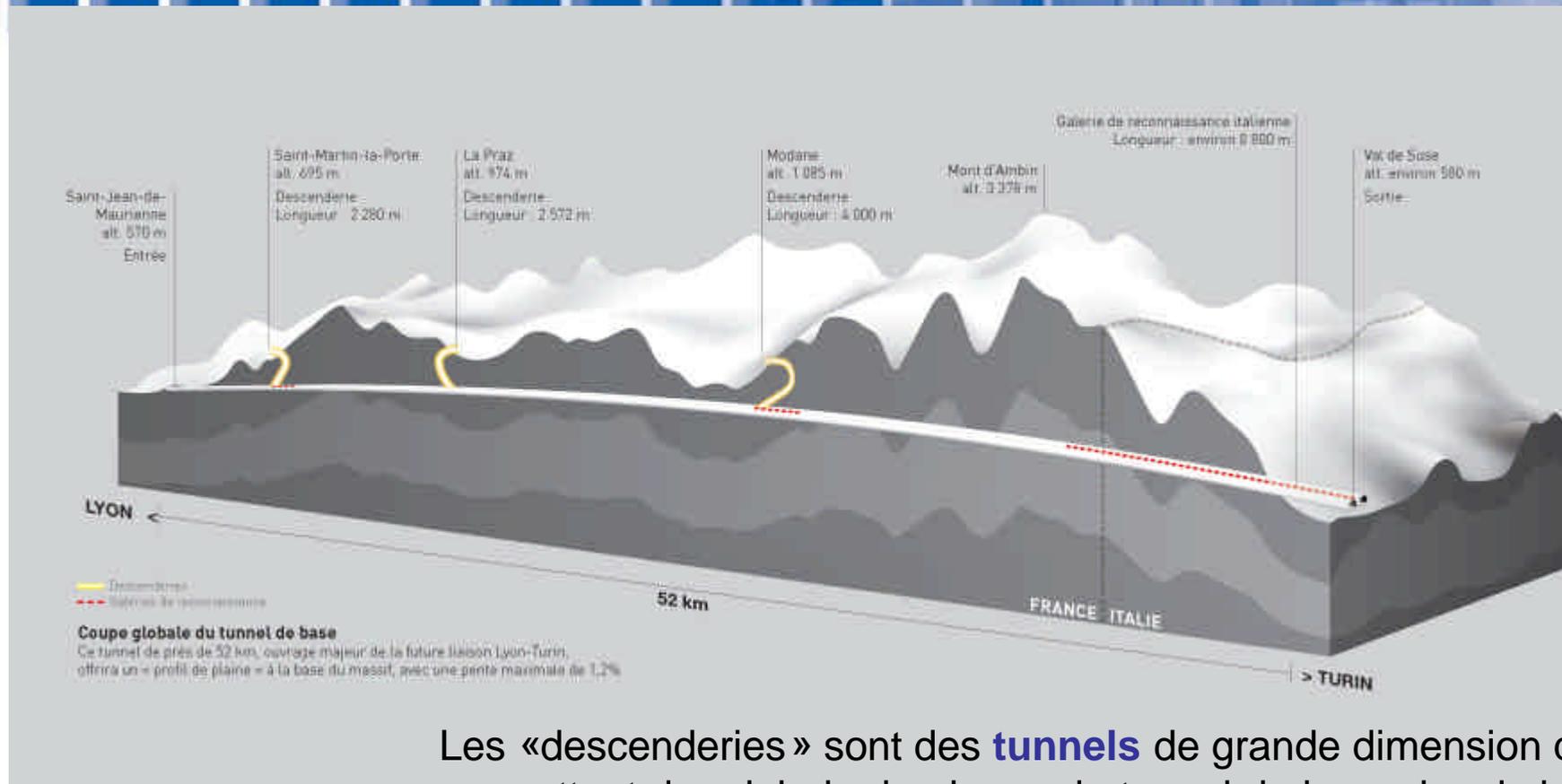
La partie commune franco-italienne

(Schéma du tunnel de base)



Un principe essentiel défini par le traité franco-italien : chaque tube du tunnel de base servira de galerie de sécurité pour l'autre tube.

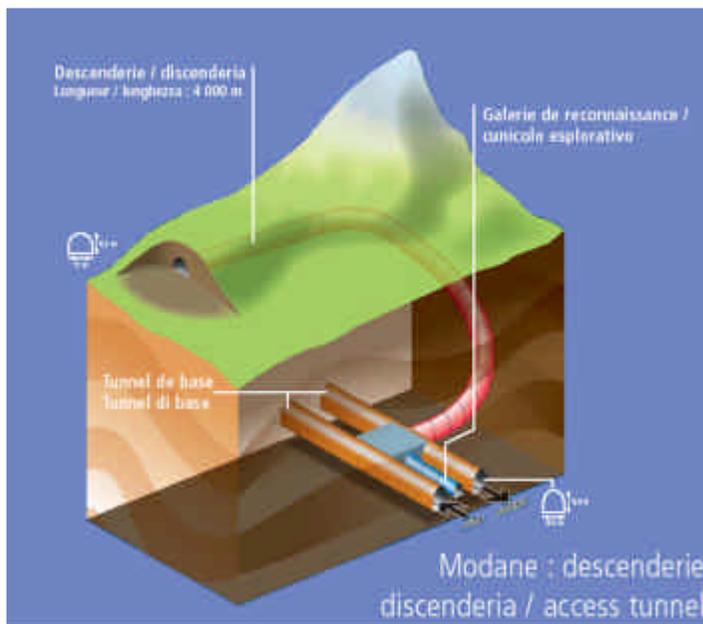
Les travaux en cours



Les «descenderies» sont des **tunnels** de grande dimension qui permettent de rejoindre le niveau du tunnel de base depuis la surface.

Les descenderies ont **une triple fonction** :

- en phase d'études, **améliorer la connaissance des terrains**, afin de préciser les méthodes de construction, les coûts et les délais ;
- en phase de réalisation du tunnel de base, **permettre l'attaque sur plusieurs fronts** et donc une réduction des délais de réalisation ;
- en phase d'exploitation, **assurer la ventilation du tunnel** et l'accès des équipes de maintenance et de secours, si nécessaire.





III. Principales étapes/point d'avancement des études



LTF a mené des études d'Avant-Projet Sommaire (« Progetto preliminare » pour l'Italie), en cohérence avec les études de RFF et RFI sur les autres sections. **Leurs résultats ont été approuvés en décembre 2003 par les gouvernements français et italien.**

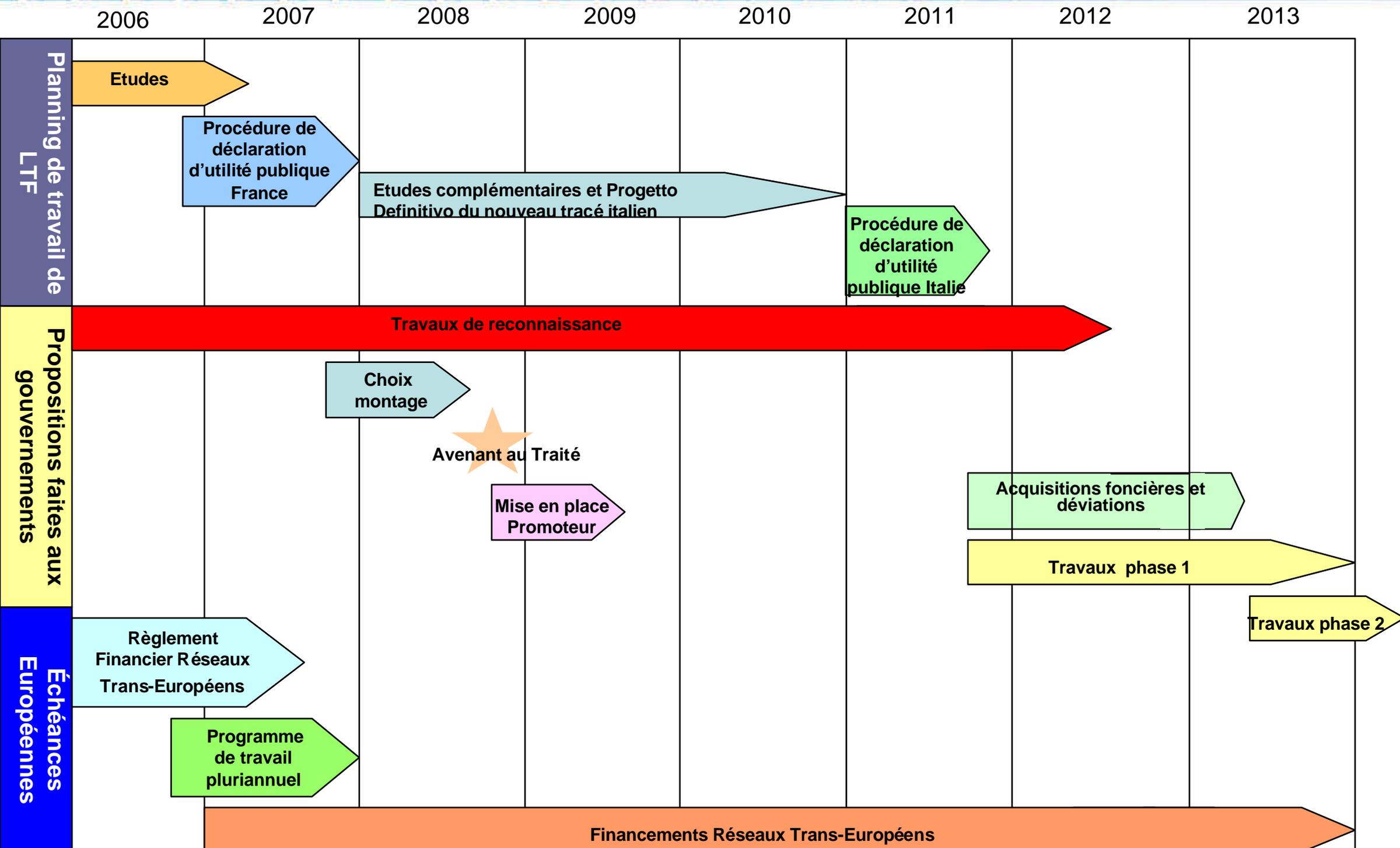
Des études complémentaires ont été achevées fin 2006/début 2007 (dans le cadre d'un Avant projet de référence / Progetto di riferimento côté italien) :

- Études fonctionnelles
- Études techniques
- Études économiques, juridiques et financières
(qui intègrent notamment les études de trafic, de report modal et les études liées au montage)

***Entre 2001 et 2009, près de 629 millions d'Euros** auront été engagés pour financer les études d'Avant-projet et les travaux de reconnaissance de LTF (l'UE apportant plus de 38% de ces financements).*

Dans le cadre de ces études, le coût de la partie commune franco-italienne a été évalué à 7,6 milliards d'euros (valeur actualisée à janvier 2006 sur la base du tracé initial en Italie).

Les étapes à venir du Lyon-Turin





L'engagement de la France et de l'Italie

La France et l'Italie ont présenté à l'UE, mi-juillet 2007, une **demande de co-financement de 725 millions d'Euros** pour la partie commune franco-italienne du Lyon Turin, au titre des projets prioritaires transfrontaliers des RTE-T.

La Commission établira avant fin 2007 un **programme pluriannuel (2007-2013)** dans lequel seront indiqués les financements.



Le dossier présenté par la France et l'Italie à l'UE, mi-juillet, a pris en compte plus globalement le programme, le planning et les principales étapes dont **la signature en 2008 d'un avenant à l'accord intergouvernemental franco-italien de 2001**.

Cet avenant permettrait :

- d'entériner les modifications du tracé en Italie
- de définir le principe du montage juridique et financier mais aussi d'apporter des modifications au Mémoire de mai 2004, en particulier pour le partage du financement entre les deux pays
- de créer le promoteur public qui se substituera à LTF
- d'entériner l'accord avec l'UE sur sa participation
- de définir les engagements réciproques des deux Etats en faveur du report modal.

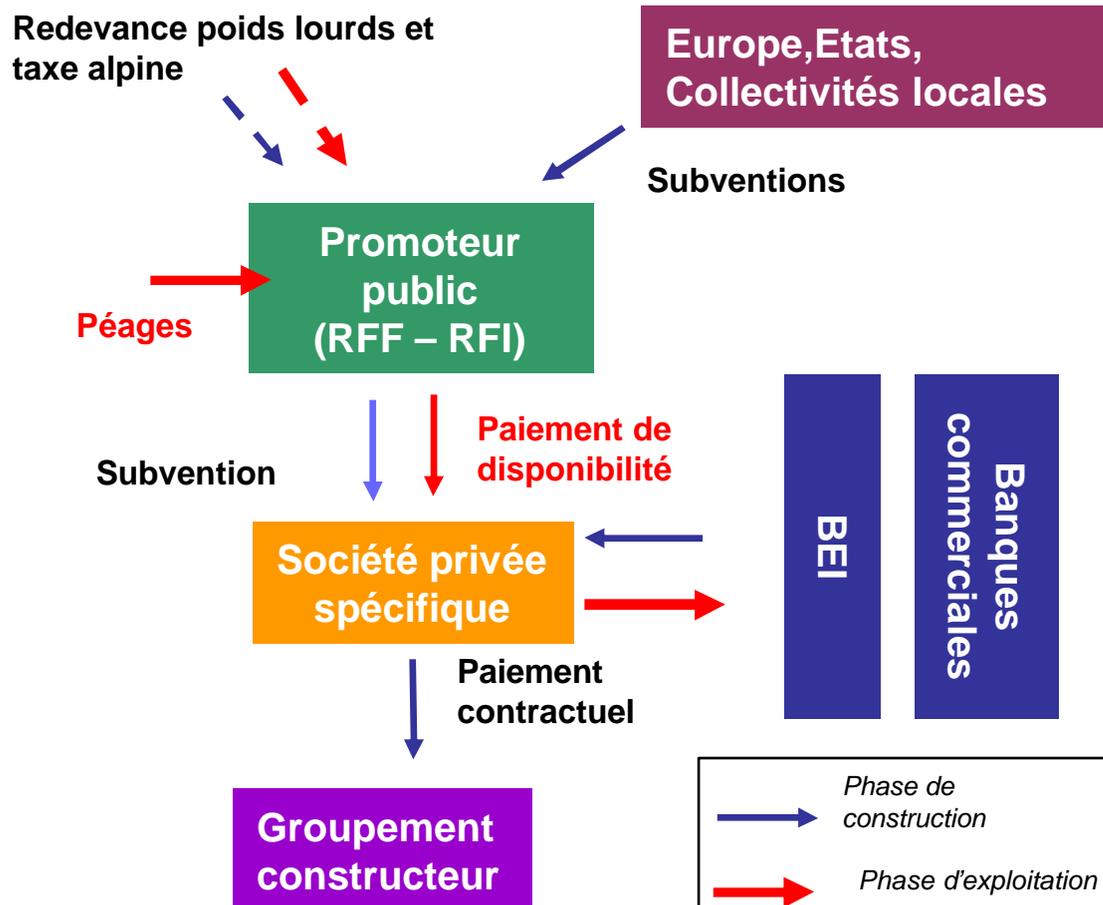
Les 2 types de schémas de montage sélectionnés



Le financement sera assuré par :

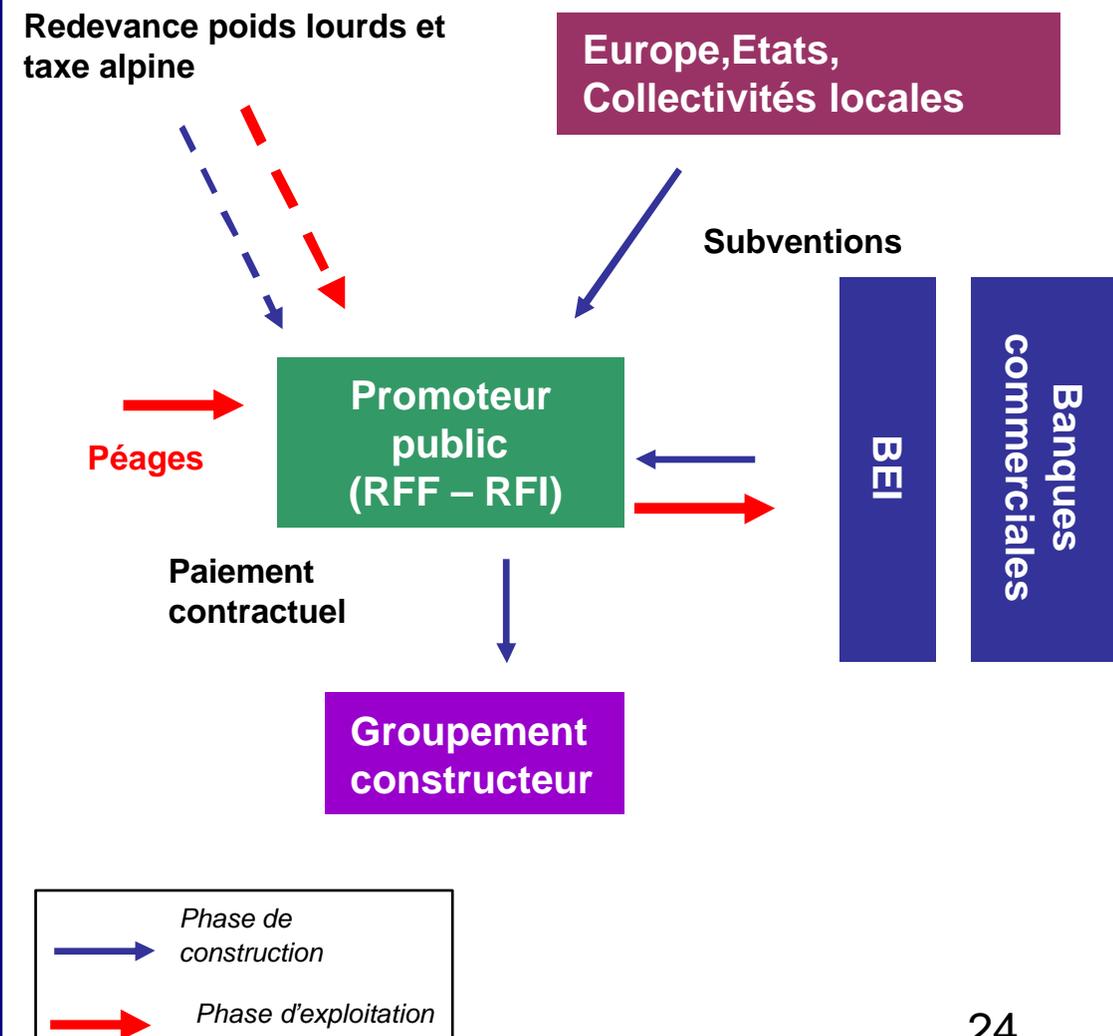
- **une participation réduite du péage** : les études en cours confirment un niveau de participation du péage au financement de l'ouvrage entre 5% et 10% selon le type de mesures mise en place en termes de politique des transports;
- **les subventions de l'Union européenne** : jusqu'à 30% pour les sections transfrontalières des projets prioritaires
- **le financement complémentaire des pays** : selon le mémorandum d'entente signé entre la France et l'Italie en mai 2004.

Schéma de PPP



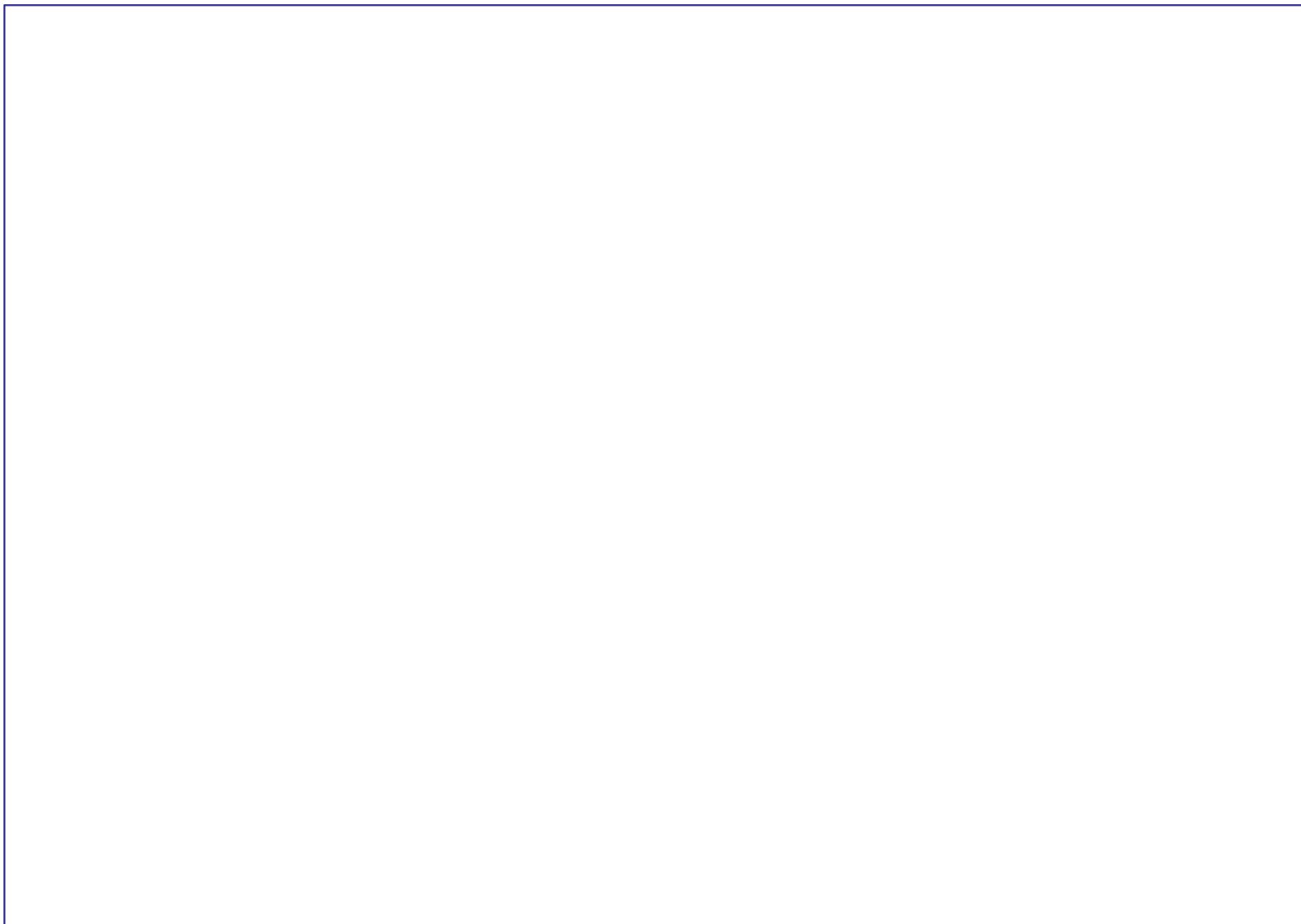
Une variante du schéma PPP est envisagée dans laquelle la société privée n'aurait en charge que la fourniture et la réalisation des équipements et la gestion de l'ouvrage, le promoteur public prenant en charge la réalisation du génie civil.

Schéma public



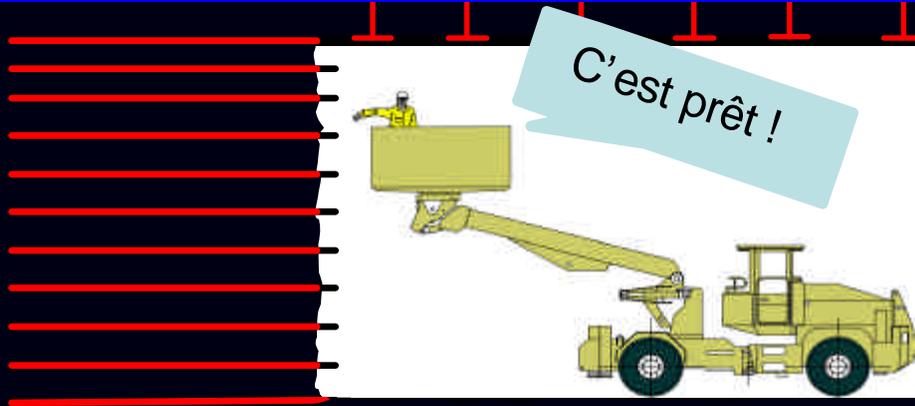


IV. Un cycle d'excavation à l'explosif

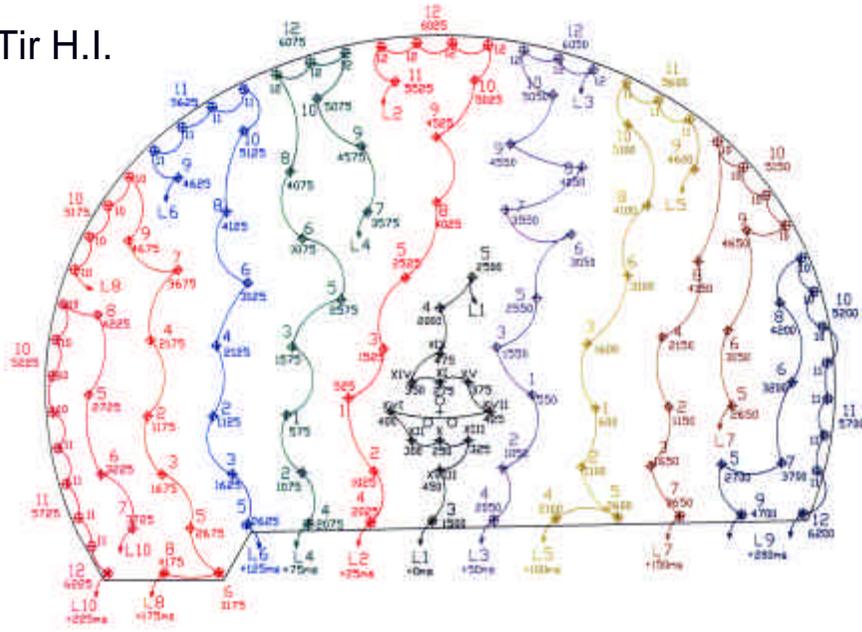


LA GALERIE

Le chargement de la volée

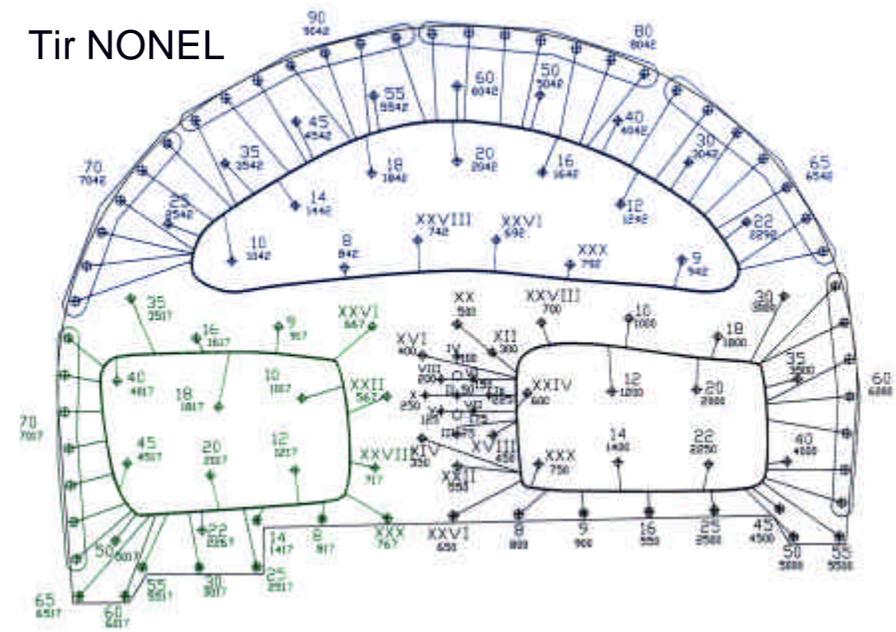


Tir H.I.



Piano di caricamento tipo DMR2

Tir NONEL

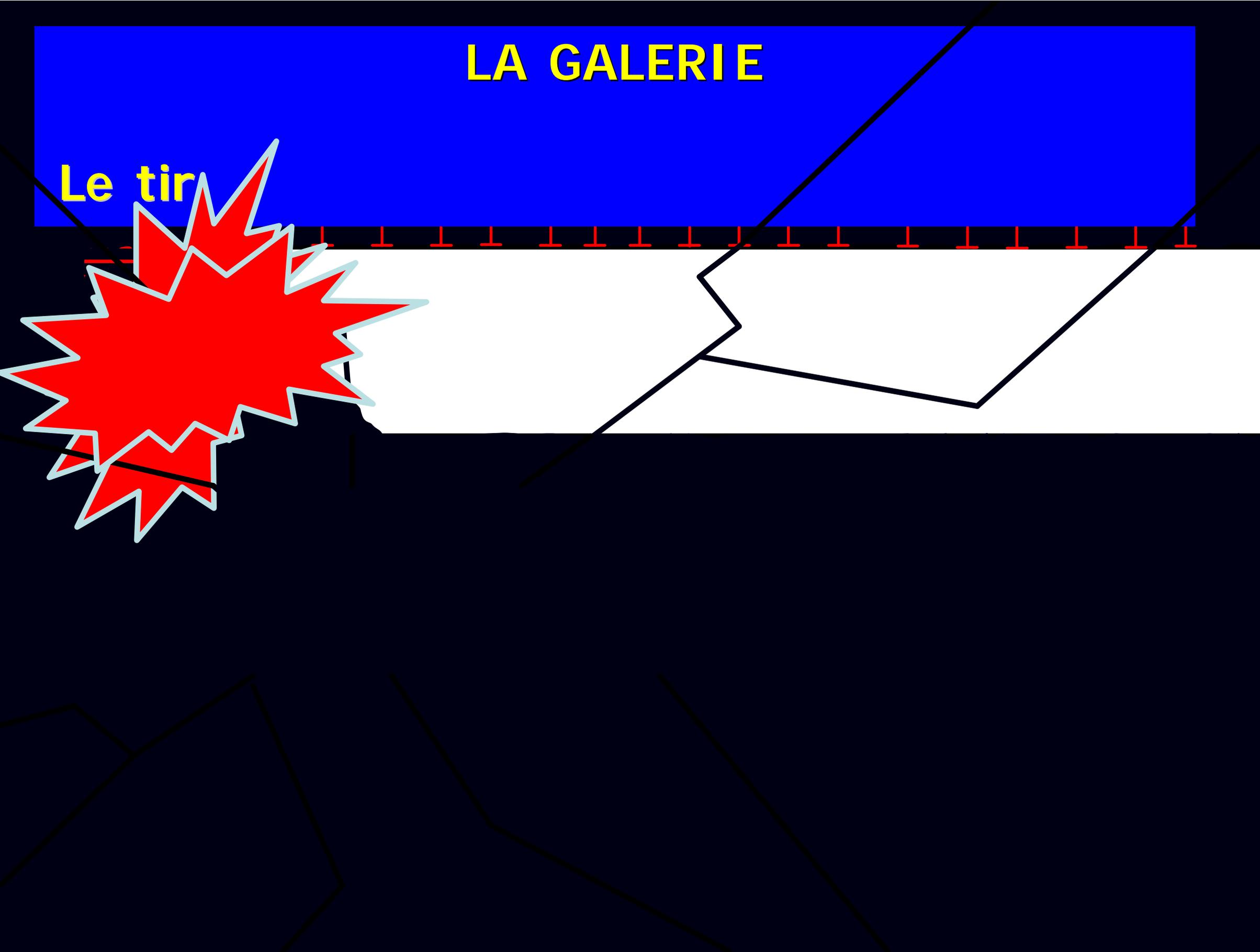


Piano di caricamento tipo DMR4



LA GALERIE

Le tir



Dégagement

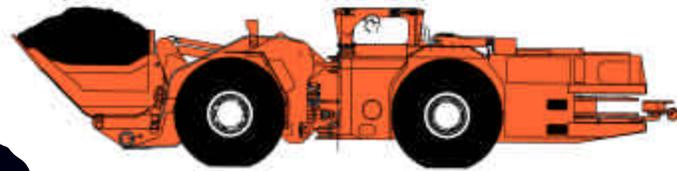


Concasseur primaire

- Le dégagement
- Avancement du concasseur primaire électrique

LA GALERIE

Dégagement et marinage (2)



Le charge et roule

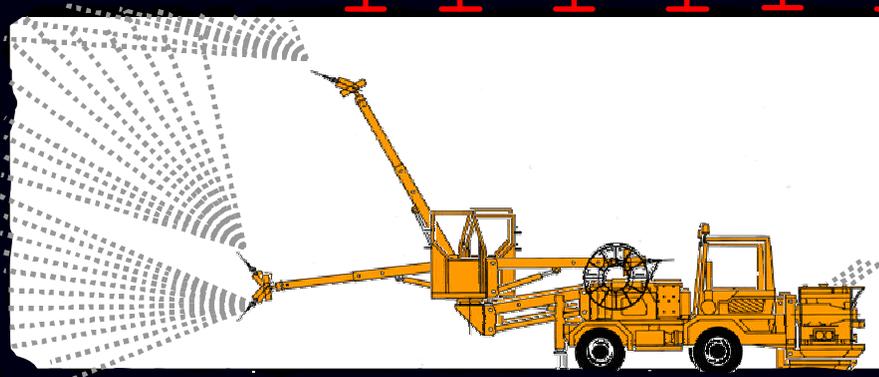
électrique



Déblais évacués par bande transporteuse

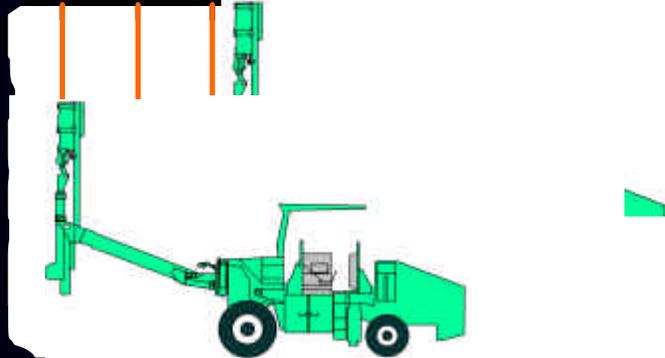
LA GALERIE

Le béton projeté



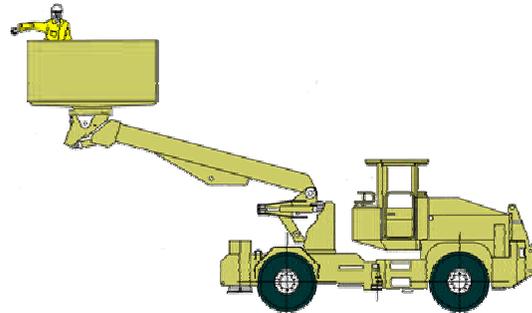
LA GALERIE

Le boulonnage - La foration



LA GALERIE

Le boulonnage - La mise en place des boulons et des plaques d'ancrage



Profil type DMR2a

Boulons lg 3,90 m

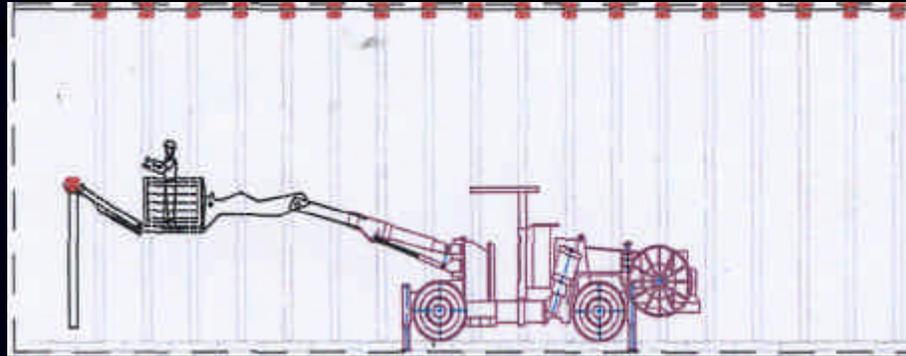
Quantité : 5 / m²

±0.00



LA GALERIE

La pose des cintres



Montage au sol
d'un cintre DMR3b quater.

EIFFAGE

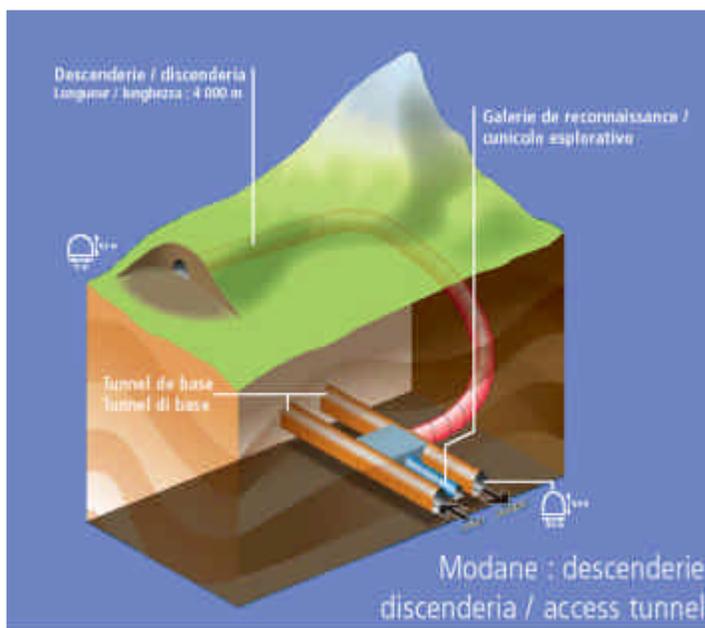
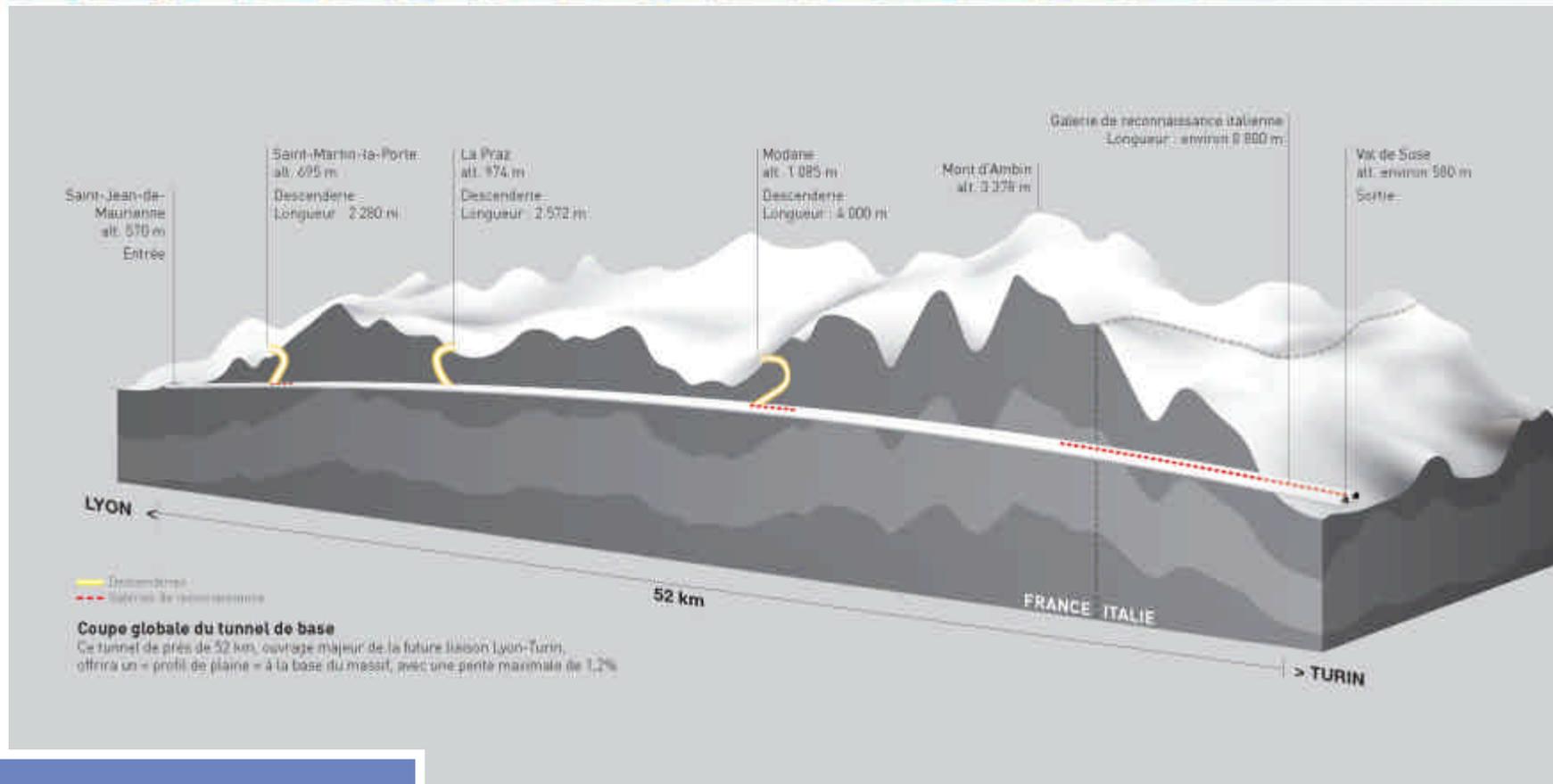


Fin du cycle



V. Avancement des travaux à début octobre 2007

Les travaux en cours

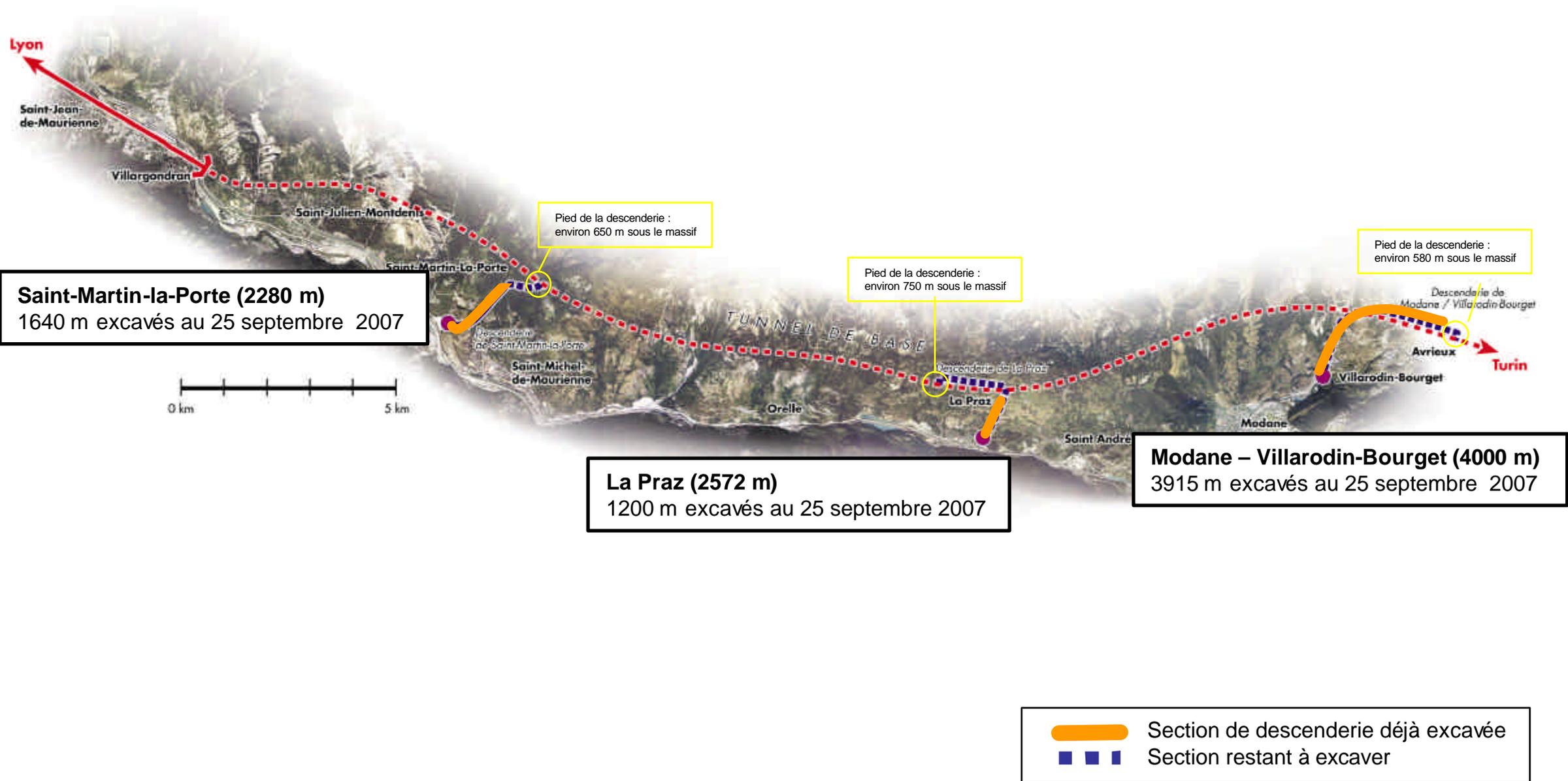


Les «descenderies» sont des **tunnels** de grande dimension qui permettent de rejoindre le niveau du tunnel de base depuis la surface.

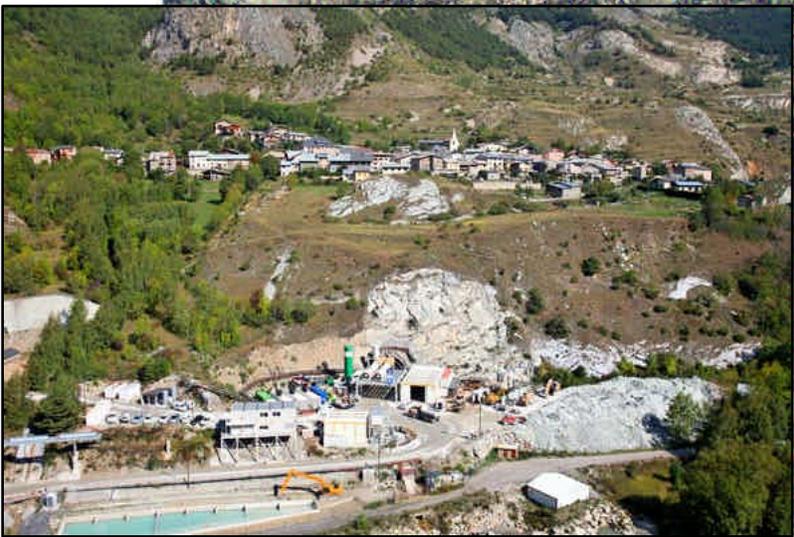
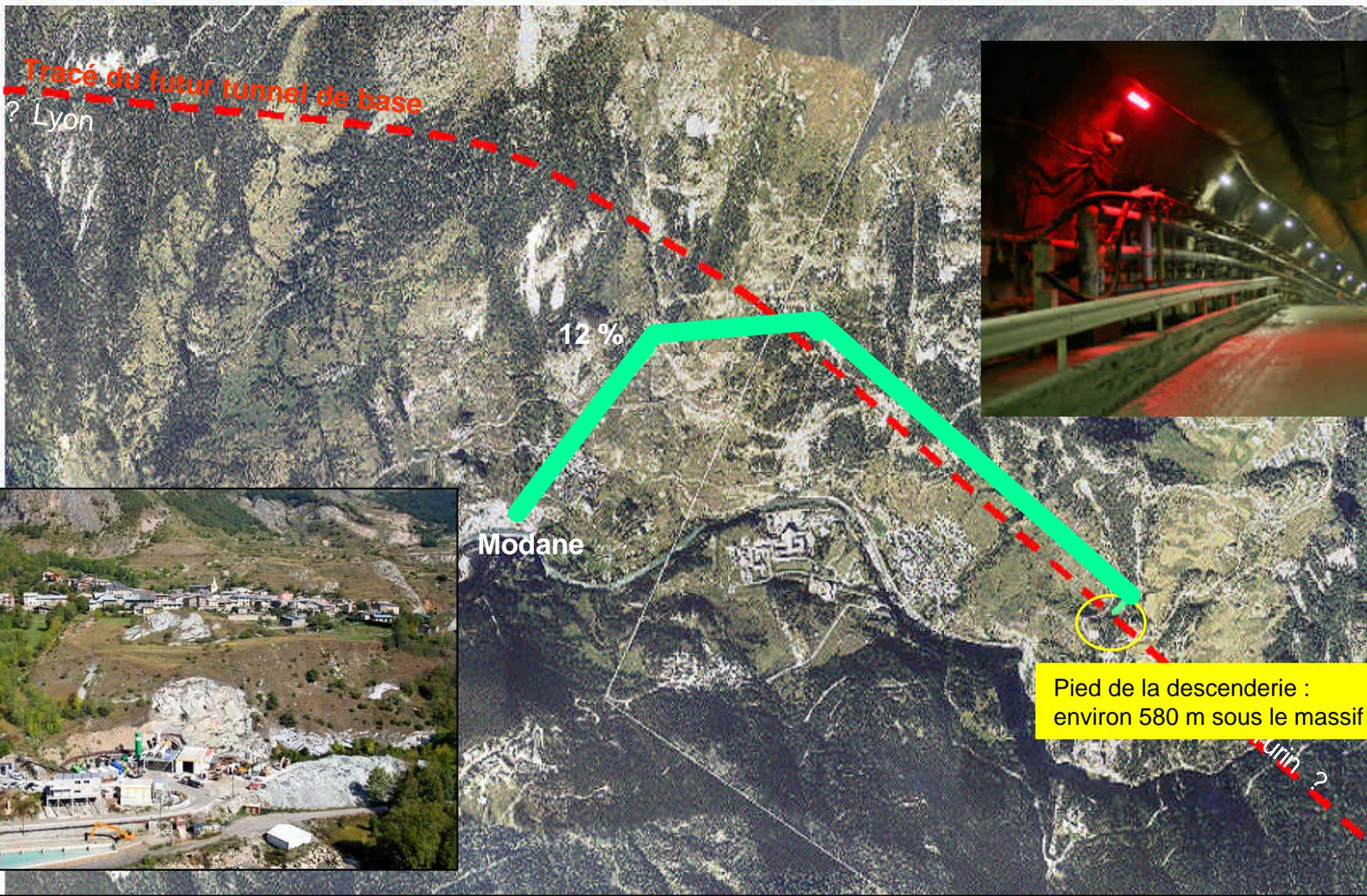
Les descenderies ont **une triple fonction** :

- en phase d'études, **améliorer la connaissance des terrains**, afin de préciser les méthodes de construction, les coûts et les délais ;
- en phase de réalisation du tunnel de base, **permettre l'attaque sur plusieurs fronts** et donc une réduction des délais de réalisation ;
- en phase d'exploitation, **assurer la ventilation du tunnel** et l'accès des équipes de maintenance et de secours, si nécessaire.

Les travaux en cours



Descenderie de Modane –Villarodin-Bourget



Modane – Villarodin-Bourget (4000 m)
Début des travaux 2002 et nouvel ordre de service septembre 2005
3915 m excavés au 25 septembre 07



Descenderie de Modane –Villarodin-Bourget



Descenderie de La Praz



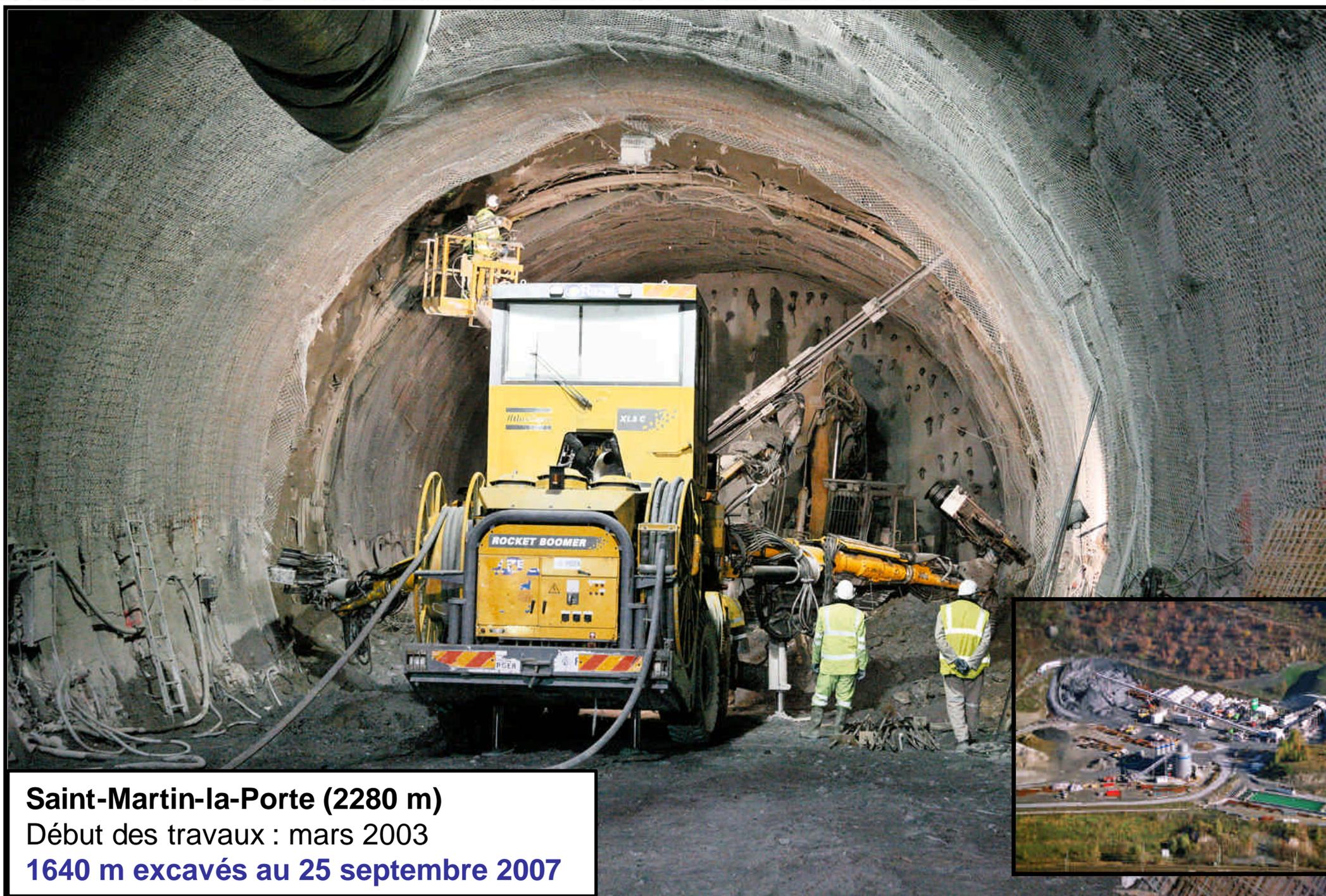
La Praz (2572 m)
Début des travaux : novembre 2005
1200 m excavés au 25 septembre 2007



Descenderie de La Praz



Descenderie de Saint-Martin-la-Porte



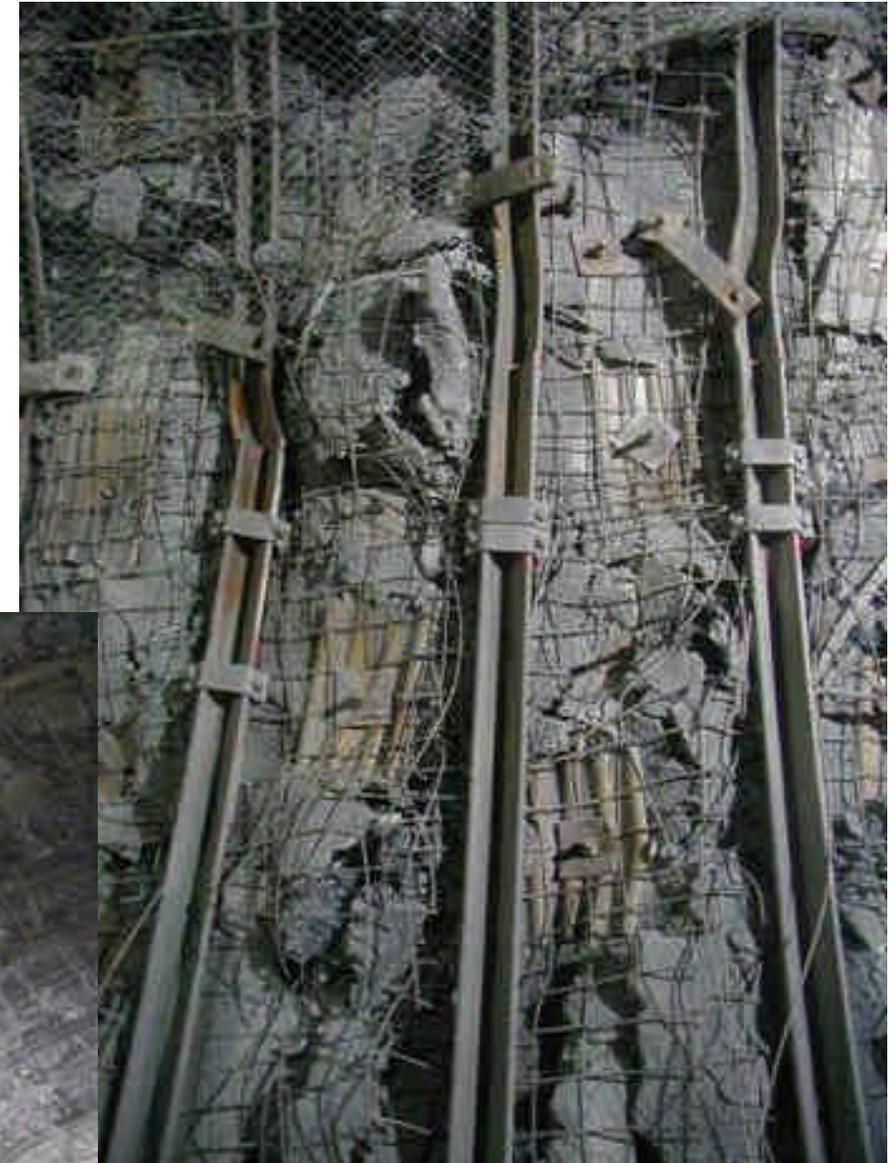
Saint-Martin-la-Porte (2280 m)
Début des travaux : mars 2003
1640 m excavés au 25 septembre 2007

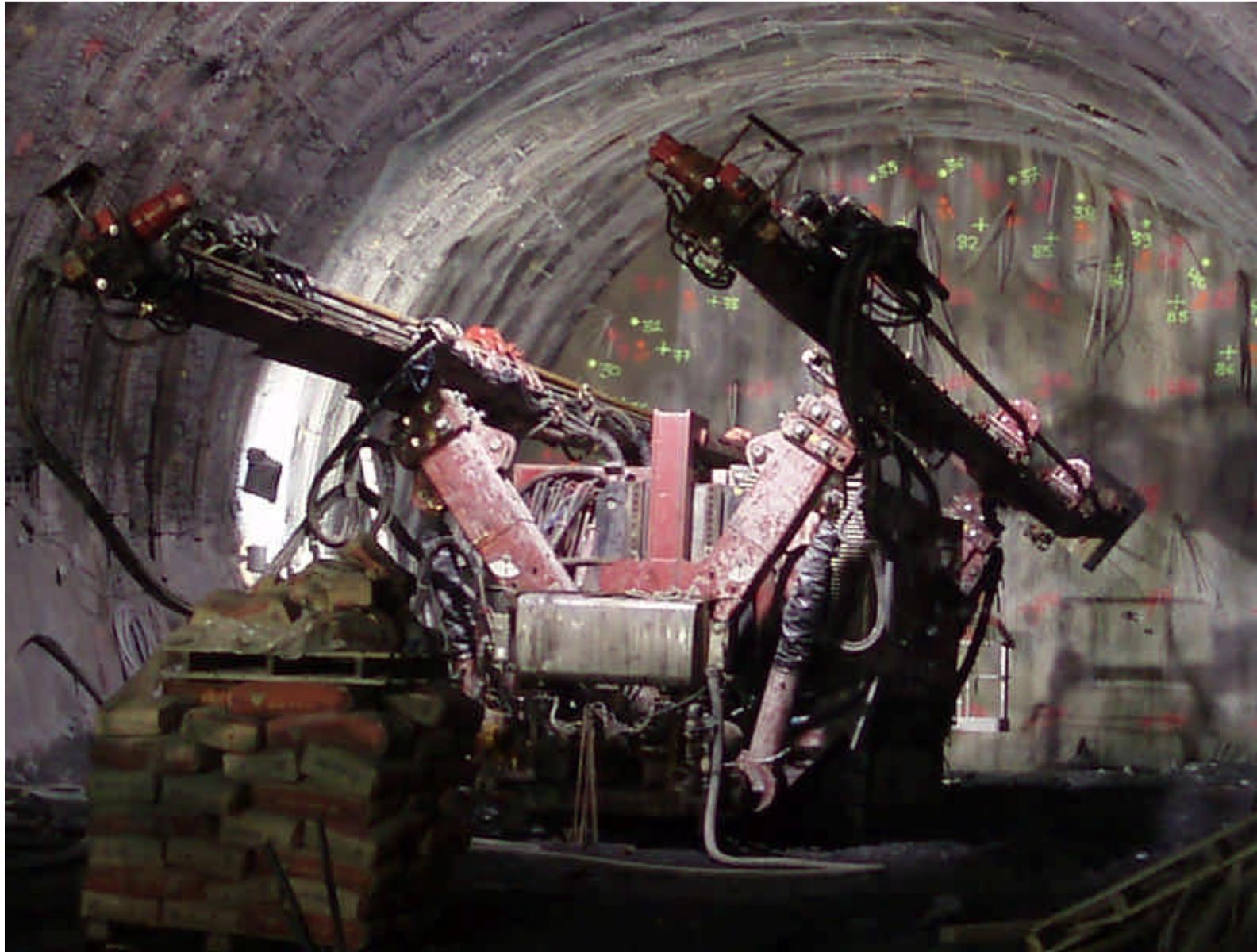
Descenderie de Saint-Martin-la-Porte



Profilo tipo P7.3 - da PM1267 a PM1385 (agosto 2005-maggio 2006)

Comportement des
cintres TH4





Preconsolidation auréolaire et sondage de reconnaissance



Excavation phase 1



Phase 2 avec réalésage en zone de raccordement



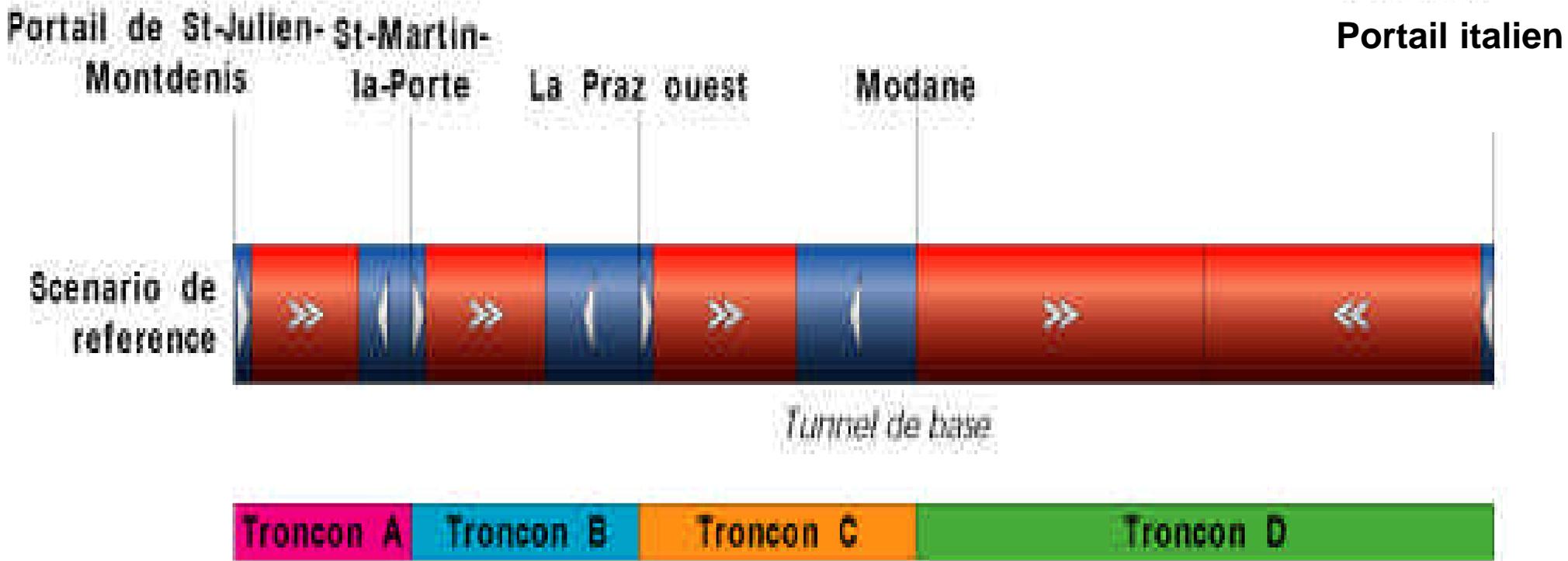
Saignées en phase 2



Anneau béton de soutènement définitif

Méthodes de creusement du Tunnel de Base

(Données APS 2003)



Methode de creusement

	Traditionnel		Mecanise
---	--------------	---	----------

Liaison ferroviaire Lyon Turin

Partie commune franco-italienne

Efferve'sciences

Xavier DARMENDRAIL

Lyon - 10 octobre 2007

