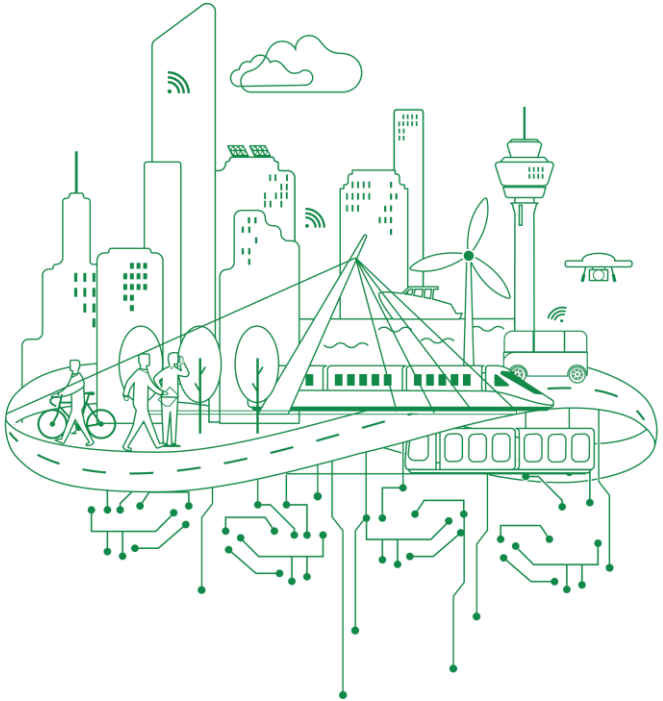


setec

ENGINEERING
A NEW ERA

Exemple de valorisation des déblais de tunnel : Tunnel transfrontalier Lyon-Turin

Isabelle MOULIN – Antoine FAURE
setec lerm

Séance Technique CFGI
06/02/2020

Descriptif projet tunnel transfrontalier

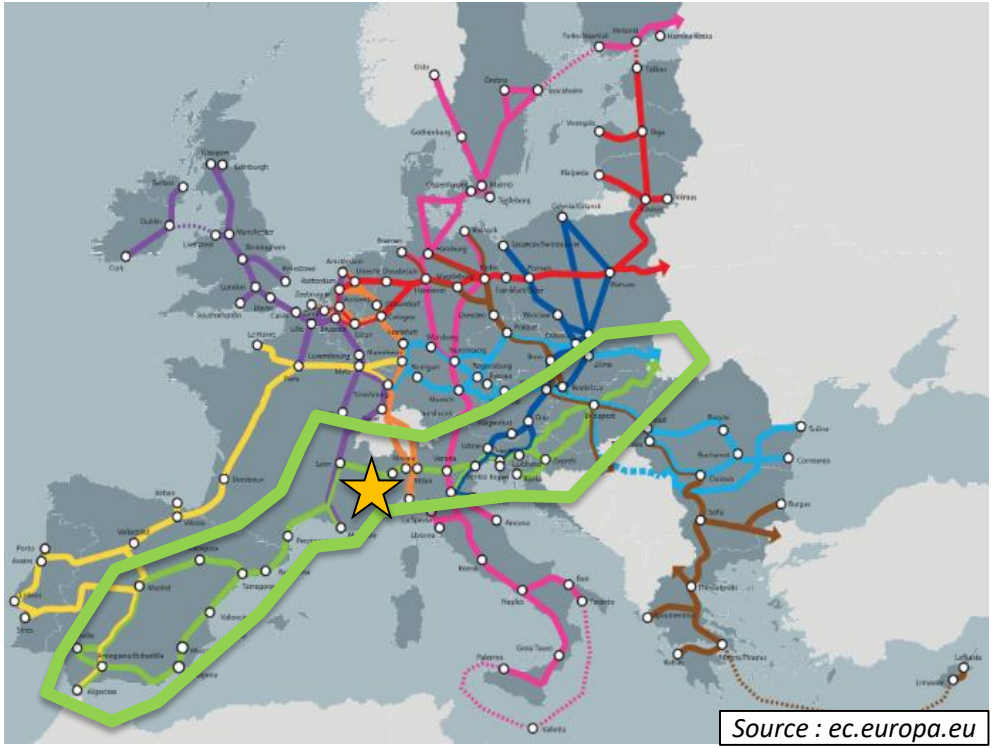
01.

Trans-European Transport Network (TEN-T)

TEN-T

Projet à l'échelle Européenne de création d'un vaste réseau de lignes ferroviaires (majoritairement à grandes vitesses)

« Métro » à l'échelle européenne



Source : ec.europa.eu

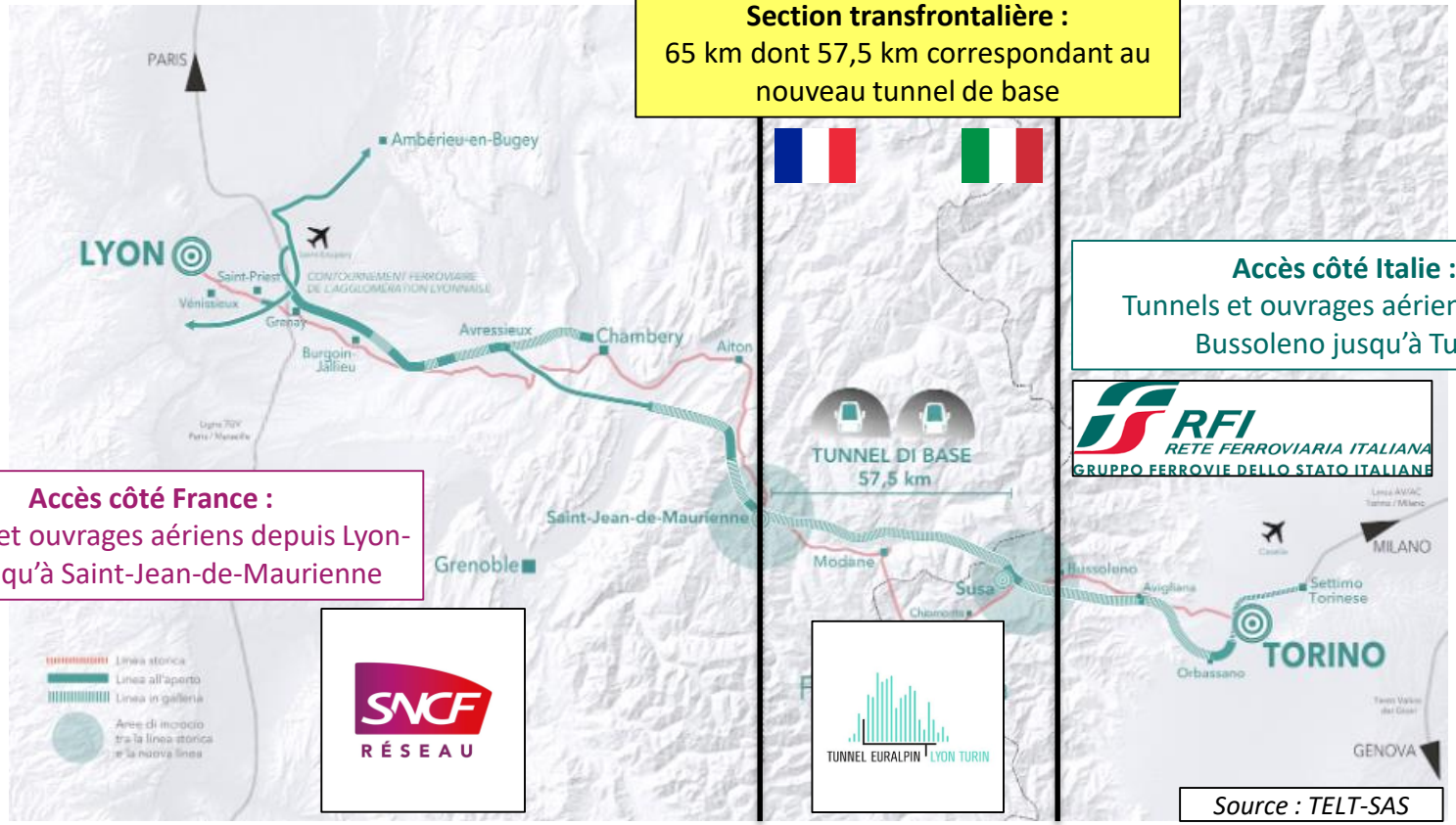
Corridor **vert** = corridor Méditerranéen
Maillon important du corridor : traversée des Alpes (frontière franco-italienne) → Nouveau tunnel de base Lyon-Turin

Nouvelle liaison entre Lyon (FR) et Turin (IT)

Section transfrontalière :
65 km dont 57,5 km correspondant au nouveau tunnel de base

Accès côté Italie :
Tunnels et ouvrages aériens depuis Bussoleno jusqu'à Turin

Accès côté France :
Tunnels et ouvrages aériens depuis Lyon-Est jusqu'à Saint-Jean-de-Maurienne



Source : TELT-SAS

Tunnel de base transfrontalier

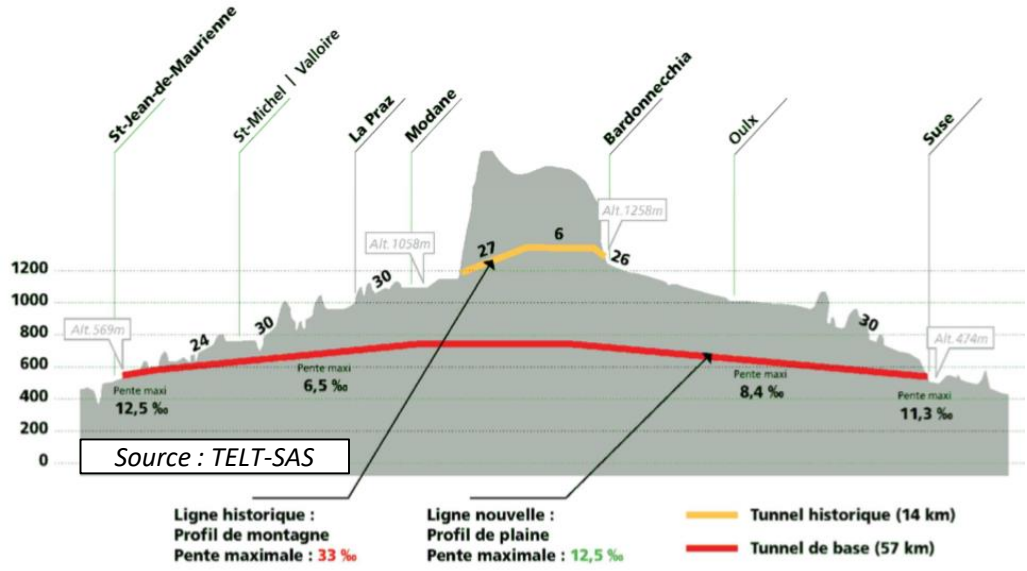
- **Maîtrise d'ouvrage : TELT-SAS *(Tunnel Euralpin Lyon Turin, ex-LTF et ex-Alpetunnel)***

Portail ouest :
St-Jean-de-Maurienne

Portail est :
Val de Suse

57,5 km

(Environ ¾ du tracé côté France)



Tunnel du Mont-Cenis historique :

Ouvrage du XIXème siècle marqué par de fortes déclivités

➔ Contraintes de circulation ferroviaire

➔ Possibilités d'accroissement du trafic très limitées

Principe du tunnel de base :

Tunnel de faible altitude

➔ Pentes moins fortes

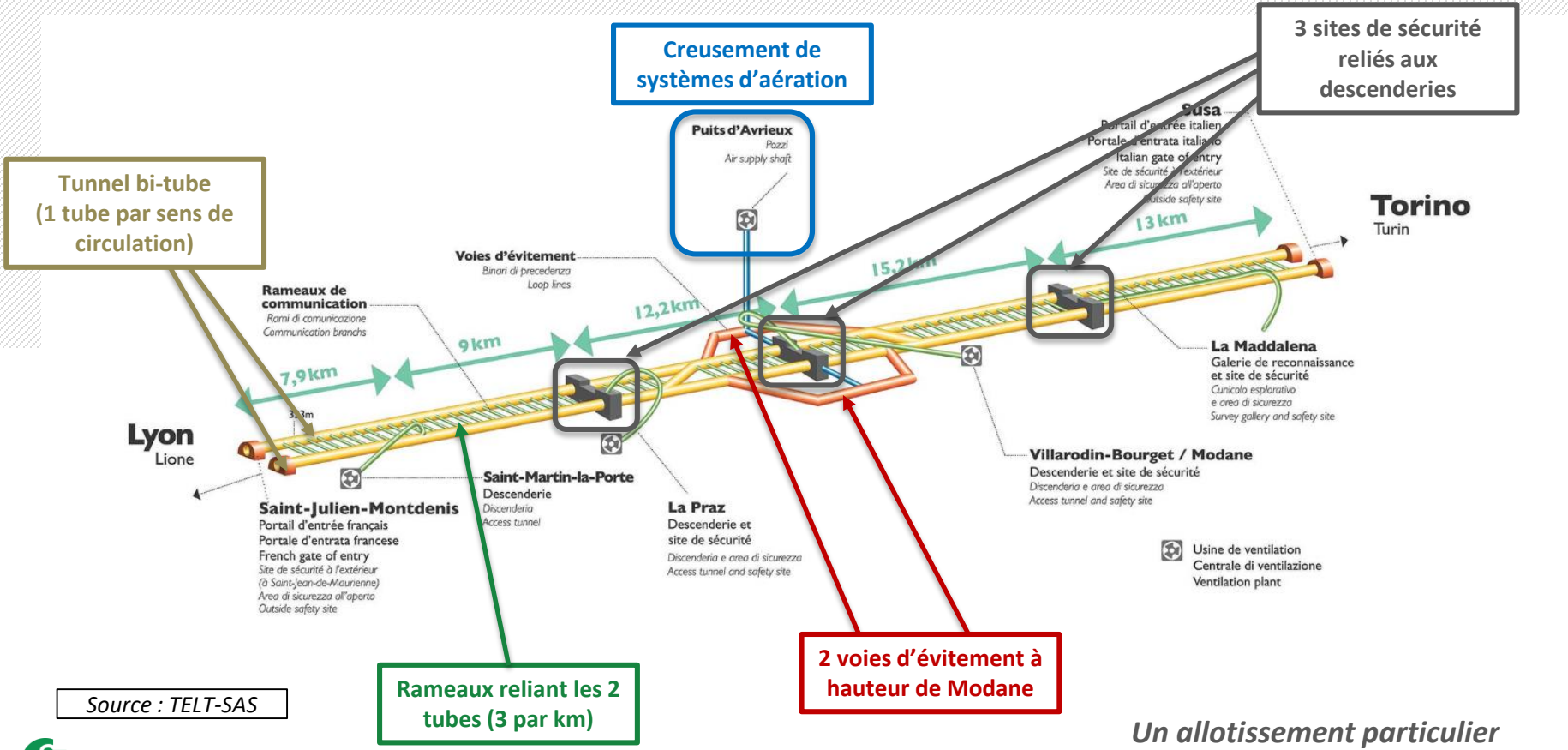
➔ Circulation des trains à vitesse plus élevée

Contraintes de creusement :

➔ Longueurs à excaver accrues : utilisation de tunneliers requise

➔ Couverture rocheuse > 2000 m en certains secteurs (conséquences d'un point de vue géomécanique et des températures rencontrées)

Descriptif de l'ouvrage tunnel de base

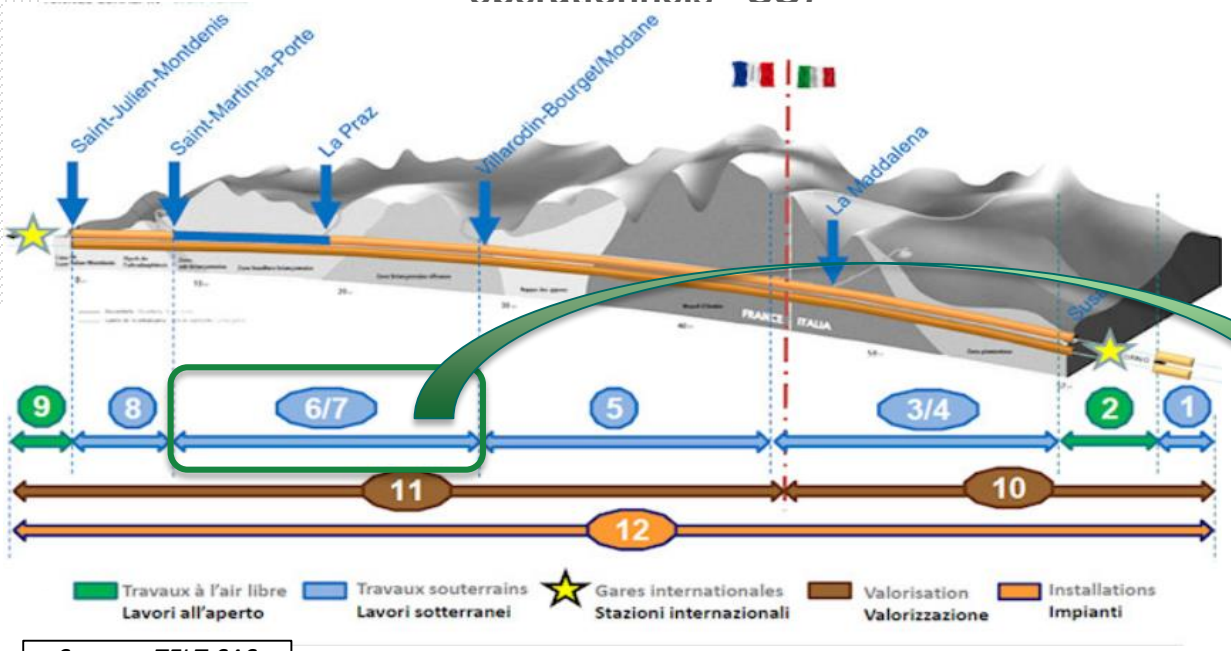


Source : TELT-SAS

Un allotissement particulier pour un ouvrage complexe…

Allotissement

Un découpage des opérations en 12 Lots (= Chantiers opérationnels - CO)



Source : TELT-SAS

- 9 chantiers de génie civil géographiques d'Est en Ouest
- 2 chantiers relatifs à la gestion des matériaux d'excavation (CO10 côté Italie / CO11 côté France)
- 1 chantier intégratif CO 12 relatif aux équipements du tunnel

Focus chantiers opérationnels CO6/7

➔ Creusements réalisés à partir des descenderies de Saint-Martin-la-Porte et La Praz

MAÎTRISE D'ŒUVRE CO6/7 :

pini swiss engineers

ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

SYSTRA

setec tpi

Valorisation matériaux

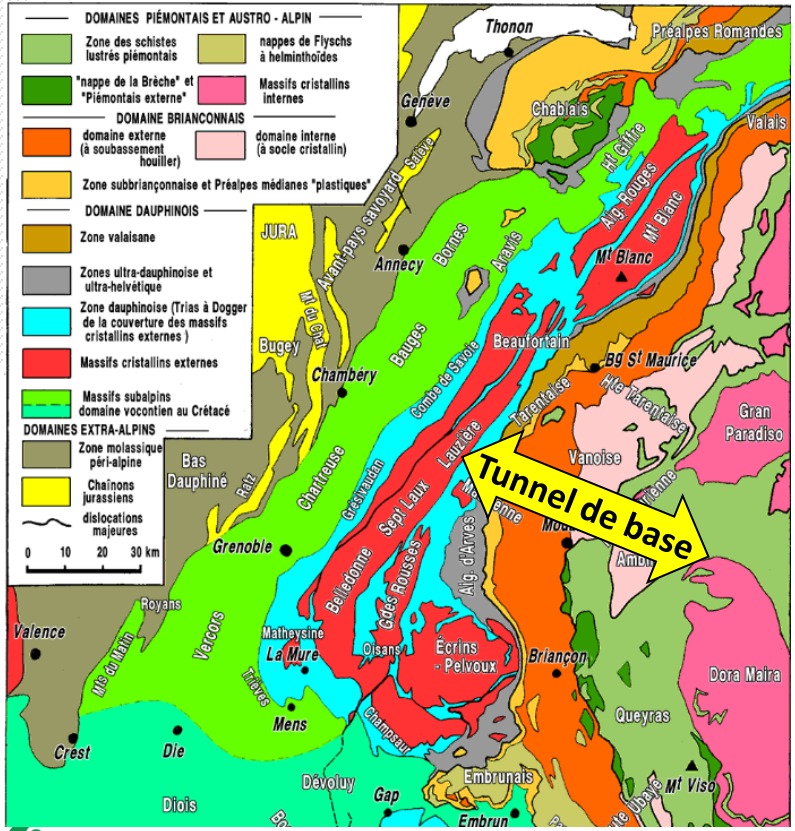
lerm setec

setec

Formations géologiques rencontrées sur chantiers opérationnels 6 et 7

02.

Le tunnel de base, témoin de la diversité géologique des Alpes



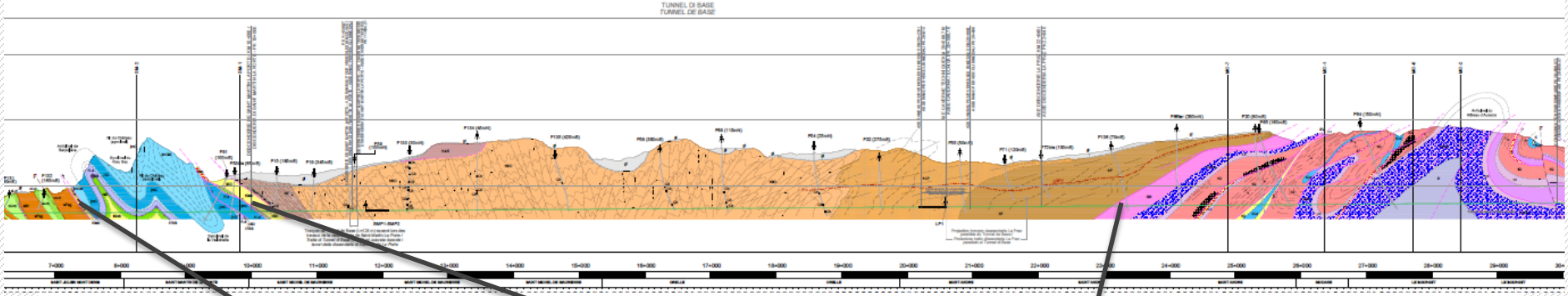
Source carte structurale : geol-alp.com

- **Disposition des formations géologiques alpines en zones globalement parallèles orientées NNW-SSE**
- **Or, le tunnel de base s'étend sur un axe Est-Ouest**

➔ **Le tracé recoupe donc perpendiculairement la succession des structures géologiques alpines**

➔ **Traversée de discontinuités majeures de la géologie alpine, pour CO6/7 : chevauchement pennique, Front Houiller, accident de Modane-Chavière**

Formations rencontrées sur les CO 6 et 7



Zone externe Ultra-dauphinoise

- Dépôts Eocène (formations les plus récentes rencontrées)
- Matériaux accumulés au niveau du prisme orogénique
- Composé de flyschs schisteux à gréseux avec présence d'olistolites (majoritairement carbonatés)

Zone interne Subbriançonnaise

- Formations carbonatées (calcaires, calcschistes et marnes)
- Dépôts datant du Jurassique et Trias
- Reposant sur des surfaces de décollement évaporitiques (gypses et anhydrites)

Zone interne Houiller Briançonnais

- Terrains anté-triasiques (Carbonifère)
- Formations houillères les plus à l'ouest : dominante schisteuse, avec présence de passées charbonneuses
- Roches plus gréseuses à l'est
- Déformations plicatives et schistosité importantes

Zone interne Briançonnais - Vanoise

- Roches du socle Briançonnais siliceux (dont Gneiss et micaschistes)
- Dépôts anciens quartzitiques et conglomératiques
- Métamorphisme important
- Zone fortement remaniée d'où la présence marquée de plis, contacts tectoniques (ductiles ou cassants),…
- Placages évaporitiques, principalement au niveau des discontinuités tectoniques

FRONT PENNIQUE

FRONT DU HOUILLER

Des certitudes, des incertitudes

Modèle géologique qui s'appuie sur :

- Des reconnaissances de terrain amont (sondages)
- Le creusement des différentes descenderies
- Le creusement des galeries de reconnaissance, notamment le tube sud entre Saint-Martin-la-Porte et La Praz (chantier SMP4 – 8,7 km)

… des incertitudes à prendre en compte :

- La présence / absence de certaines formations dont le positionnement reste encore mal connu
- L'extension de certaines lithologies
- La localisation exacte de contacts tectoniques ou stratigraphiques et leurs caractéristiques (pendage / direction)
- Les caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques de certaines lithologies (ex. teneurs en SO_3 de formations siliceuses de la Vanoise)

Objectifs et stratégies de valorisation

03.

Contexte de la valorisation des déblais d'excavation

Tonnages de matériaux en jeu

MATEX

- 23,5 Mt sur 6 ans pour les chantiers de génie civil côté France
- 10,3 Mt pour les chantiers opérationnels 6 et 7

BESOINS EN GRANULATS BETON

- 6,4 Mt sur 5 ans pour les chantiers côté France
- 2,7 Mt pour les chantiers opérationnels 6 et 7

Sachant que la consommation en granulats du département de la Savoie (hors projet TELT) est d'environ 3,5 Mt/an, dont 1,2 Mt pour la confection de bétons…

1. **Limiter les transports de matériaux entrants (granulats béton et remblais) et sortants (matériaux d'excavation)**
2. **Limiter les volumes de matériaux d'excavation à stocker**

Optimisation de l'utilisation des matériaux d'excavation (MATEX) :

- **Granulats béton *(confection des bétons de génie civil TELT)***
- **Remblais techniques**
- **Remblais courants**
- **Mise en dépôt**

Gare St-Jean-de-Maurienne principalement

setec

Une sélection des faciès lithologiques aptes à la valorisation matière

Recommandations AFTES GT35

Pré-classification des faciès rencontrés sur le tracé

Conformité des granulats produits à partir de MATEX aux normes :
NF EN 12620 et NF P 18-545

Exigences portant en particulier sur :

- Résistance mécanique (Los Angeles)
- Caractéristiques de forme (aplatissement)
- Granularité et teneur en fines
- Teneur en matière organique
- Réactivité vis-à-vis des alcalins
- Soufre total
- Sulfates

1 →

Lithologies a priori adaptées pour la fabrication de granulats béton

- Calcaires massifs du Subbriançonnais
- Grès houiller de La Praz
- Micaschistes du socle cristallin de la Vanoise
- Orthogneiss du Sapey

→ **Classe Cl1**

2 →

Lithologies plus complexes → aptitude à la production d'un granulat béton variable

- **Nécessité d'un tri et de caractérisations physico-chimiques**
- **Elimination de la fraction non valorisable**

→ Notamment les lithologies de la Vanoise cristalline dont les teneurs en SO_3 sont variables

→ **Classe Cl2**
Si aptitude à la production de remblai

3 →

Lithologies non adaptées à la fabrication de granulats béton

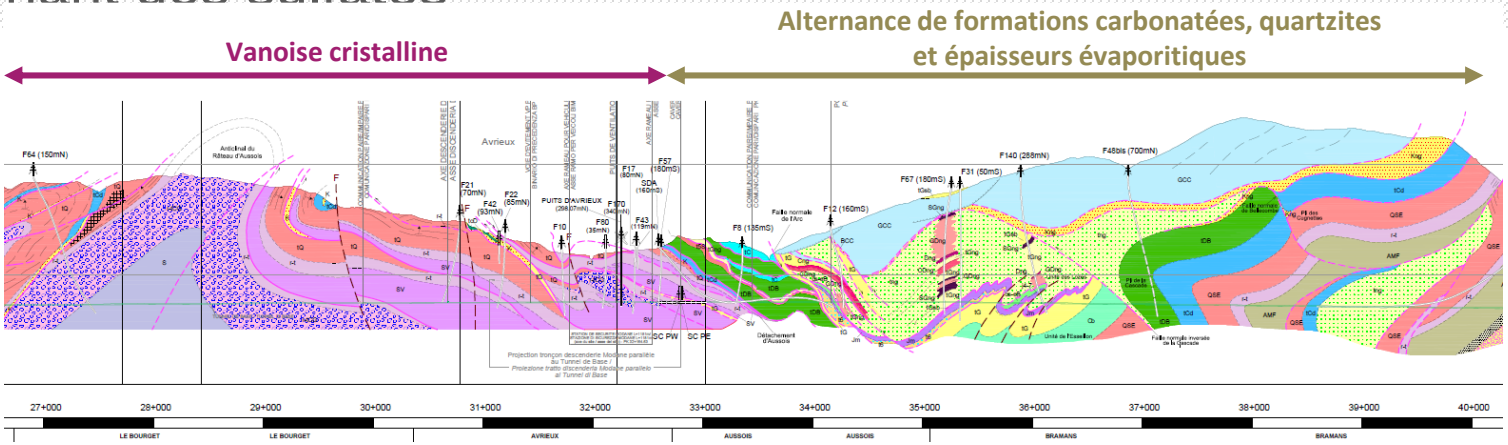
- Faciès évaporitiques
- Cargneules
- Flyschs de l'Ultradauphinois présentant des performances mécaniques insuffisantes
- Houiller productif

→ **Classe Cl3a**
Si mise en dépôt

→ **Classe Cl3b**
Si mise en dépôt dans des conditions particulières (caractère évolutif)

setec

Problématique des faciès lithologiques contenant des sulfates



Caractéristiques des formations géologiques rencontrées dans ces secteurs :

- Plusieurs d'entre elles présentent des performances géomécaniques suffisantes pour la fabrication de granulats béton
- Leurs teneurs en SO_3 sont susceptibles de se situer au-delà du seuil normatif de 0,2 % massique (visant à se prémunir de réactions sulfatiques au sein des bétons engendrant des désordres dans les ouvrages)

- Etudes et expérimentations menées par TELT (et précédemment LTF) pour rechercher des formulations béton (adaptation des liants) permettant d'utiliser des granulats sulfatés
- Essais à l'échelle pilote industriel

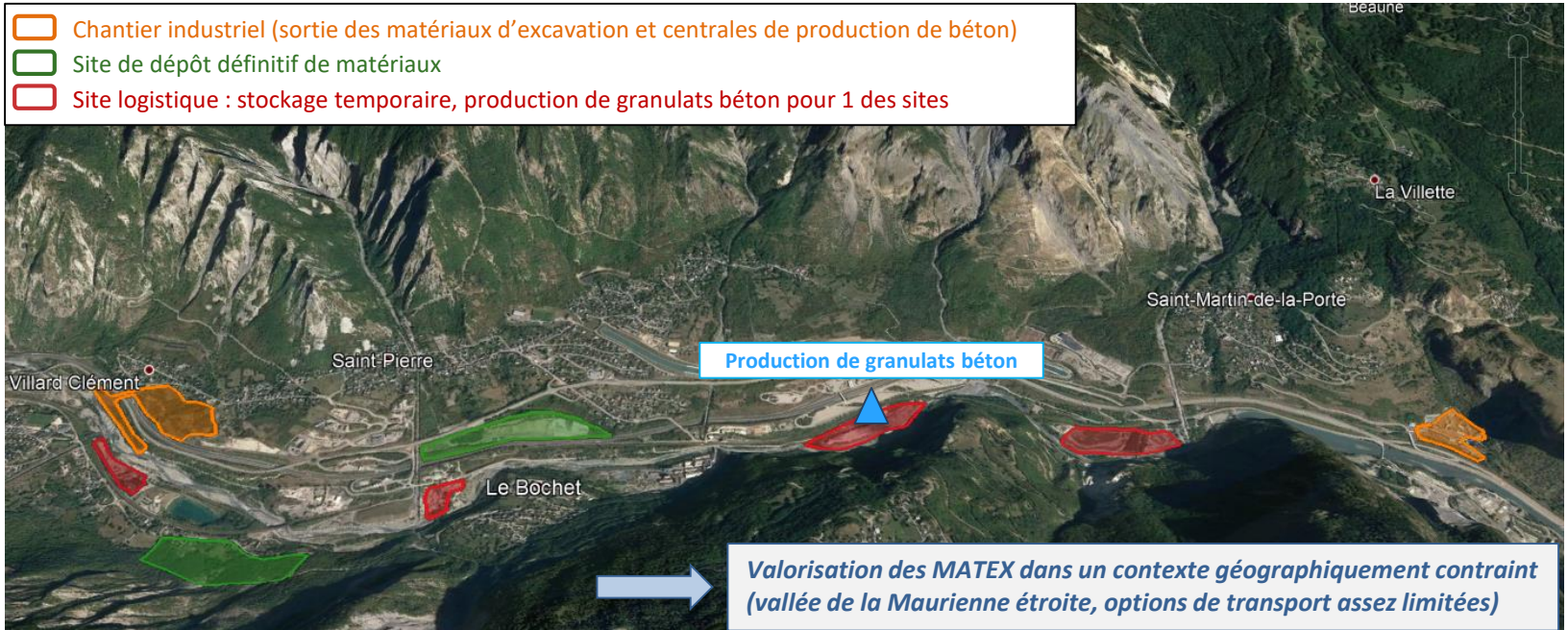
➔ Normalisation en cours d'essais de performance adaptés à l'utilisation de granulats sulfatiques

setec

Traitement des MATEX

La fabrication de granulats pour béton à partir de MATEX requiert notamment :

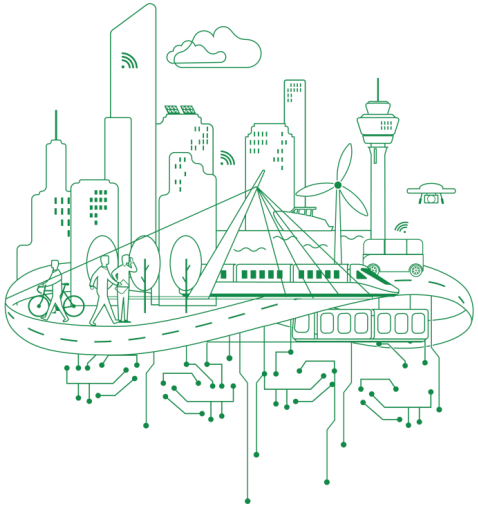
- Mise en place d'une logistique adaptée : transport des matériaux sur bandes transporteuses, stocks tampons,…
- Tri et contrôle des MATEX permettant de valider leur aptitude à la fabrication de granulats pour béton
- Installation de traitement des matériaux adaptée (concassage, broyage, criblage)
- Contrôle renforcé des granulats pour béton produits



Valorisation des MATEX dans un contexte géographiquement contraint (vallée de la Maurienne étroite, options de transport assez limitées)

En résumé…

- **Premier projet de valorisation de déblais d'excavation pour la fabrication de granulats béton de cette ampleur en France**
- **Ambition de réduire au maximum les flux de matériaux importés et exportés**
- **Mise en place de station de traitement des matériaux adaptés à la production de granulats pour béton et d'un contrôle renforcé permettant une maitrise de la qualité des granulats produits**
- **Fonctionnement « en flux tendu » du système de traitement des matériaux ➔ Enjeu de ne pas ralentir ou arrêter la progression des tunneliers**
- **Complexité liée au nombre de fronts d'excavation (jusqu'à 7 tubes pouvant être réalisés simultanément sur les chantiers opérationnels 6 et 7)**



THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

Coordonnées :

isabelle.moulin@setec.com
antoine.faure@setec.com

setec lerm – Agence Paris Ile-de-France
Immeuble Central Seine
42-52, quai de la Rapée
75583 Paris Cedex 12
France

setec