



# Exemples de travaux spécifiques de régénération des tunnels du patrimoine ferroviaire de SNCF Réseau

Francesco Chille (SNCF Réseau)

Christine Thuaud (SNCF Réseau)

1. Travaux dans le tunnel de Monte Carlo

2. Travaux dans le tunnel de Rolleboise – Phase 1 (2014)

# Sommaire

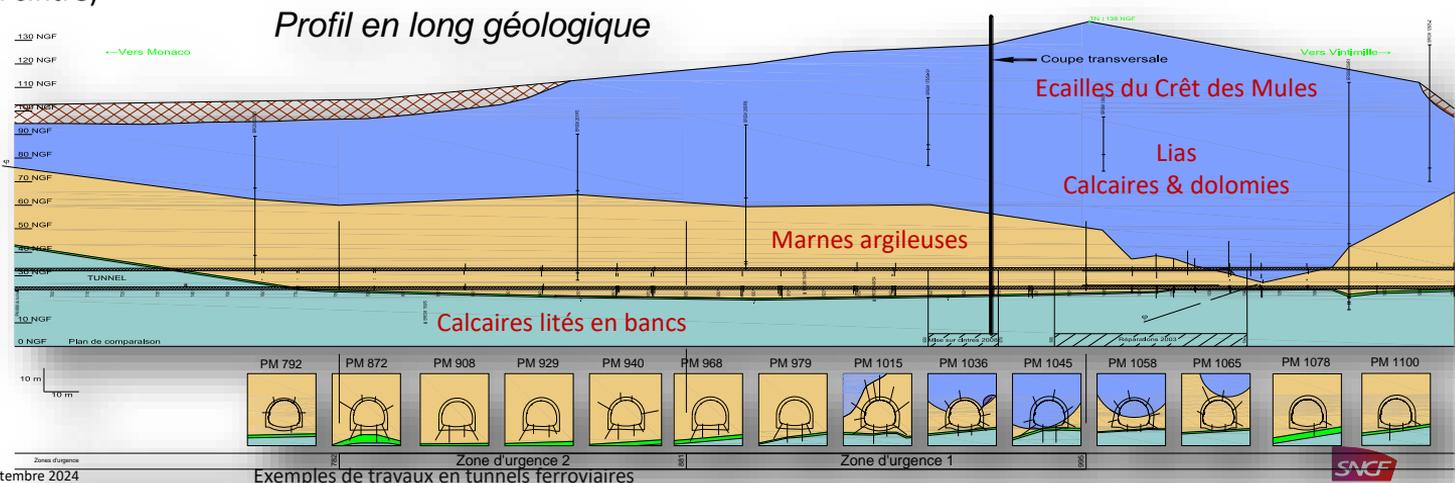
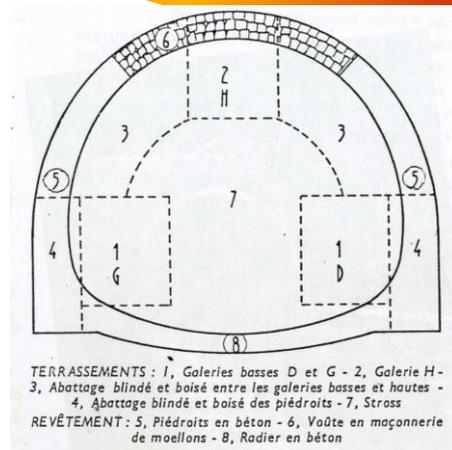
# 01

## Travaux dans le tunnel de Monte Carlo

# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Un ouvrage sensible dans un contexte complexe

- Ligne Marseille – Vintimille
- Construction : 1958-64  
Incident à la construction : PM1030 : venues d'eau importantes : 50m<sup>3</sup>/h
- Encaissant : traversée de l'écailles du Crêt des Mules
- Longueur 3092 m
- Ouvrage à double voie
- Ouverture 8.60 m (plein cintre)
- Revêtement : béton



# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Evolution et Accident de juin 2003

- Relevé d'avaries de 2001 : fracture verticale en piédroit montagne PM1013
- Pas d'évolution en 2002 (visite intermédiaire)
- En 2002-2003, plusieurs opérations de nivellement de voies dans la zone PM1000
- Le 17 juin 2003 : correction de défaut de dressage Voie 1 de 45mm
- Le 18 juin 2003 : nouveau défaut de dressage V1 de 15mm
  - plusieurs fractures verticales en piédroit gauche et sur niche PM1004
  - arrivées d'eau importantes associées à la fracturation:
    - interdiction circulation Voie 1
    - ralentissement à 40 km/h
    - surveillance continue de la zone – mes. convergence en piédroits
- Le 19 juin 2003: évolution des désordres PM1013 – 1025 (convergence : 13mm en 24h)
  - décision : arrêt des circulations et mise en sécurité du tunnel (butonnage)

→ Arrêt des circulations du 20 juin 2003 au 13 février 2004

# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

Accident de juin 2003



Constat :

Graves avaries structurales des PM1013 au PM1025, avec rupture du revêtement

Diagnostic :  
Hydratation de marnes gonflantes sous le radier

# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Sondages de reconnaissance



# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

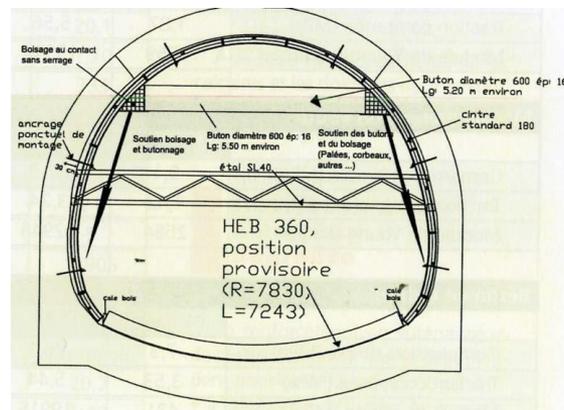
## Confortement immédiat



Confortement immédiat provisoire PM1002 - 1033  
40 cintres HEB 180 + butons de radier HEB 360  
6 butons DN600mm ép. 16mm en rein  
3 butons SL40 en piédroits



PM 1020 Resserrement  
du drain central  
de 0,50m à 0,20m

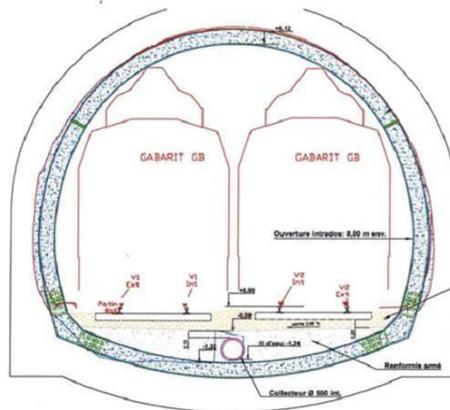


# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Réparation d'urgence en 2003/04

Renforcement de la zone dégradée du PM 994 au PM1033

- Chemisage : 50 anneaux métalliques bétonnés
- HEB360 espacés de 0,80m (en 8 plots)
- Coque BP10 sur 8m aux extrémités de la zone.
- Coût : 3,9 M€ (ce 2003)
- Durée : 3,5 mois

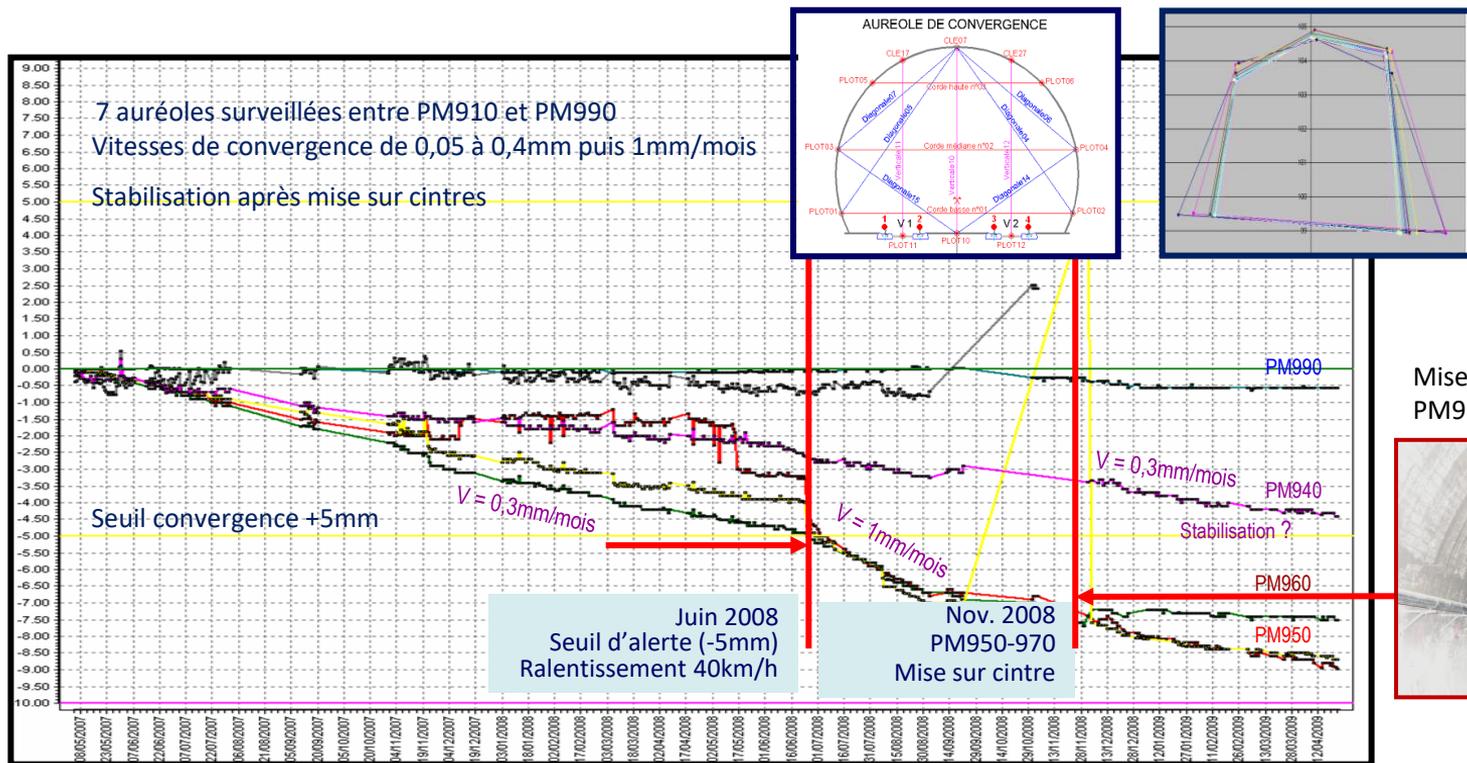


# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Evolution depuis 2004

Dès 2005 : développement de pathologies en amont de la zone renforcée.

Surveillance permanente : depuis 2007 et accélération des convergences en 2008



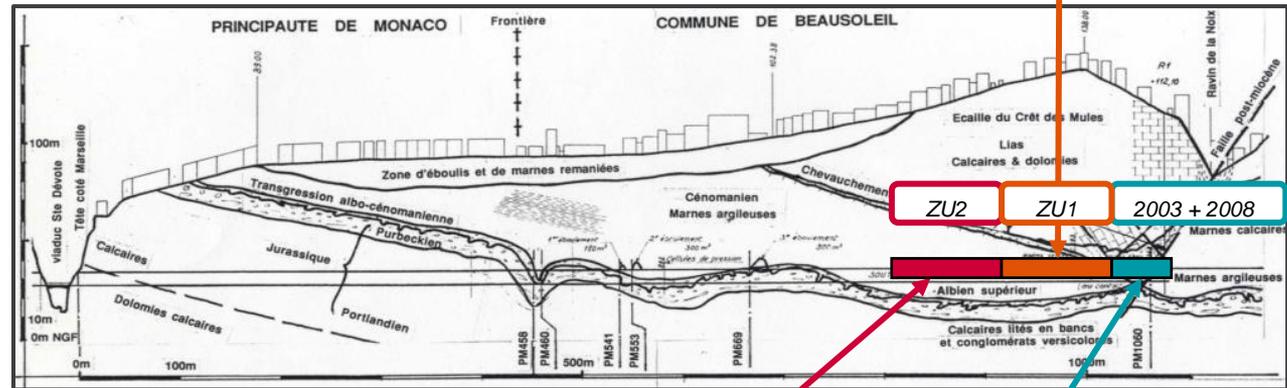
Mise sur cintres provisoire aux PM950-970 en nov. 2008



# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Solution à long terme : reconstruction du radier

- **Constat** : Encaissant potentiellement évolutif, amenant de fortes contraintes sur un radier non prévu à cet effet
- **Diagnostic** : Probabilité de récurrence du phénomène élevée sur une zone de 200 m en aval de la zone de l'incident de 2003
- **Contraintes ferroviaires** : Travaux voie par voie avec maintien des circulations sur la voie contiguë à l'abri d'un berlinoise d'entrevue
- **Solution technique** : Reconstruction du radier permettant de reprendre les efforts potentiels de gonflement suivant 2 intensités de dégradation:
  - U1 - zone d'évolution des pathologies : PM880 – 990
  - U2 - zone ayant une probabilité d'évolution : PM780 – 880



# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Solution technique – Travaux 2010 / 2015

Reconstruction du radier contrevoûté en béton armé

Reprise en sous-œuvre des piliers sur 1,50m + Coque béton projeté

### Phasage :

- Travaux voie par voie
- Reprise du piliers : 1 plot de 1,50 m sur 6
- Reprise du radier : démolition par plots de 2 m, butonnage HEB220, bétonnage par passes de 10ml

### Justification par calcul EF du radier

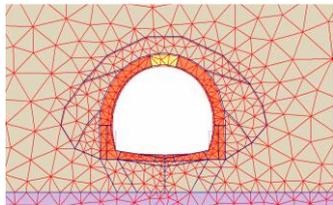
confirmer la faisabilité du projet et du phasage et vérifier chaque phase

Le gonflement est associé à de l'expansion volumique.

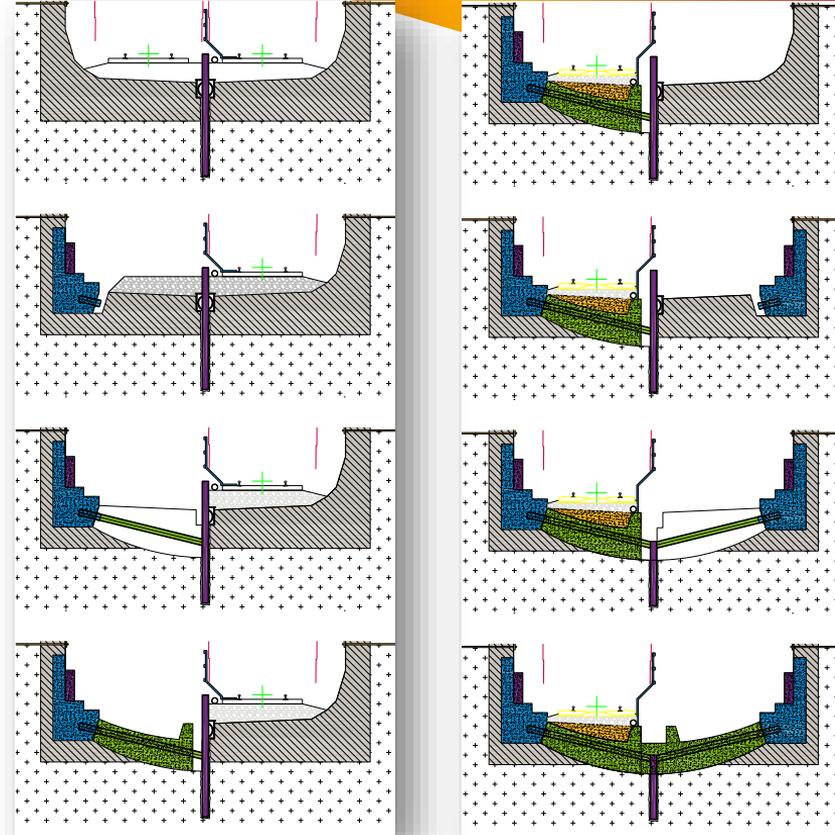
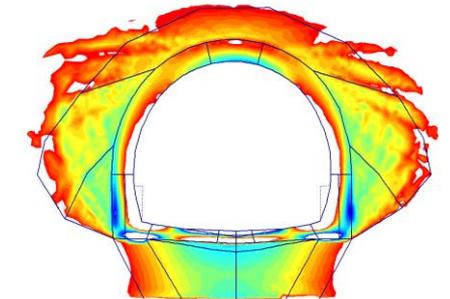
si la contrainte moyenne  $p < p_g = 630 \text{ kPa}$  (obtenue à partir d'essais).

Calcul de l'expansion volumique

par la loi proposée par Gysel (1987).



ptembre 2024



Travaux préparatoires : 11 sem.

Plots de piliers :

Plots de radier :

Second œuvre :

Total :

2 x 8 sem.

2 x 6 sem.

2 x 2 sem.

43 sem.

# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

## Travaux préparatoires 2009 - 2010

Travaux préparatoires aux travaux de reconstruction du radier

Zone d'urgence 1 entre les PM 880 et 995:

- Ancrage des pénétrations
- Profilés HEB pour blindage d'entrevoie



# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

Travaux de reconstruction 2013 - 2015



Ventilation et stockage des plots préfabriqués



Ecran de protection de la voie de circulation

# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

Travaux de reconstruction 2013 - 2015



# Travaux dans le tunnel de Monte-Carlo

Travaux de reconstruction 2013 - 2015



Démolition du radier par plot de 2m



Ferraillage et boutonnage HEB 220



Coffrage ferraillage et bétonnage du radier par plots



Recharge béton avant pose voie

## En quelques chiffres

2 phases de travaux représentant :

- 2 x 110 ml de tunnel régénéré
- 2 x 5,5 M€ d'enveloppe budgétaire annuelle
- 2 x 6 mois de coupure des circulations

# 02

## Travaux dans le tunnel de Rolleboise – Phase 1 (2014)

# Travaux dans le tunnel de Rolleboise – Phase 1 (2014)

## PRESENTATION SOMMAIRE DE L'OUVRAGE

- Ligne Paris St Lazare - Le Havre (ligne n°340 000)
- Construction : 1841/1843
- Longueur : 2613 m
- Tracé : en alignement
- Ouvrage à double voie
- Revêtement : à l'origine en maçonneries de briques sur la plus grande longueur, quelques zones en maçonnerie de moellons et non revêtu sur 27 % du linéaire.
- Aucun système d'évacuation des eaux
- Couverture maximale de 80 m avec bois, prairies, commune de Rolleboise et zone urbanisée tête côté Le Havre
- 6 puits de construction



# Travaux dans le tunnel de Rolleboise – Phase 1 (2014)

## OBJET DES TRAVAUX - PATHOLOGIES

- Risques liés au vieillissement des maçonneries de briques



**Vieillissement des matériaux**  
**Appauvrissement du mortier d'origine**  
**Assemblage des briques en rouleaux indépendants**

**Risques importants de chute d'élément !**

# Travaux dans le tunnel de Rolleboise – Phase 1 (2014)

## OBJET DES TRAVAUX - PATHOLOGIES

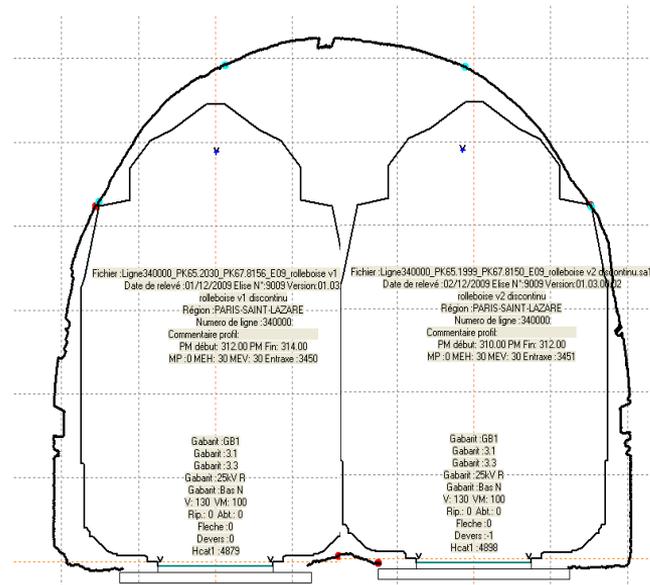
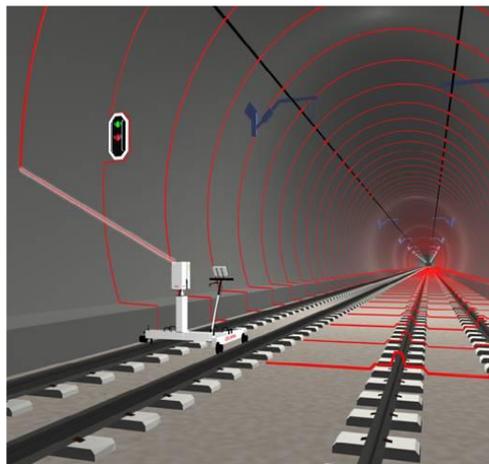
- Risques liés au vieillissement des maçonneries de briques



# Travaux dans le tunnel de Rolleboise – Phase 1 (2014)

## GEOMETRIE - GABARIT

### ➤ Relevés ELISE



**Relevé Elise du tunnel de Rolleboise au PM 158  
(gabarits GB1, 3-3 et 25 kV à 130 km/h)**

# Travaux dans le tunnel de Rolleboise – Phase 1 (2014)

## PHASAGE GENERAL DES TRAVAUX

### ➤ Travaux préparatoires

- Protection de la plate-forme
- Protection des équipements caténaux
- Protection des caniveaux à câbles et des équipements dans les niches

### ➤ Travaux préalables de renforcement de la structure

- Décapage du parement
- Rejointoiement des maçonneries de moellons
- Abattage des rives d'enduit
- Epinglage de la maçonnerie en briques
- Confinement BP en voûte
- Ancrages de soutènement et d'armature
- Confortement des niches (Zone de raidisseurs)

### ➤ Travaux principaux

- Chemisage en surépaisseur
- Reprise localisée
- Reprise partielle des maçonneries
- Reprise totale des maçonneries avec raidisseurs



**Merci**  
de votre attention