

RENCONTRE DU GTFE – ATELIER DU 20/06/2024

**L'exploitation des tunnels routiers : Comment gérer et traiter les
venues d'eau ?**

SESSION 2 :

RETOURS D'EXPERIENCE D'EXPLOITANTS DE TUNNELS ROUTIERS SUR DES CHANTIERS DE TRAITEMENT DE VENUES D'EAU

REX n°2 :

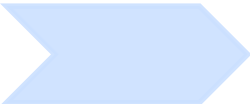
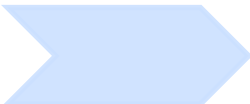
TUNNEL MAURICE-LEMAIRE (APRR)

**TRAVAUX réalisés
en 2007/2008 et en 2022**

-

NOACK Christian

SOMMAIRE

- 
- 1. Données d'entrées**
- 
- 2. Travaux réalisés en 2007**
- 
- 3. Travaux réalisés en 2022**
- 
- 4. Avis de l'exploitant post-traitement**

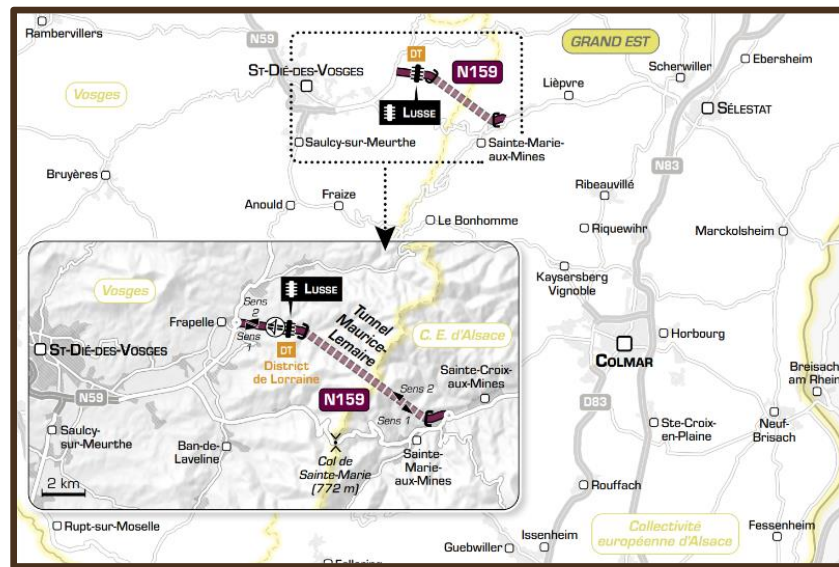
Caractéristiques du tunnel Maurice Lemaire :

Tunnel bidirectionnel le plus long se trouvant entièrement sur le territoire Français de 6950m

- 2x1 voie de 3,40m
- gabarit : 4,30m

Tunnel permettant de relier les département du Haut-Rhin (Alsace) aux Vosges (Lorraine)

- Trafic 2023 : TMJA 4250 véh / jr dont 17% PL
- Trafic faible de nuit : 10% du TMJA entre 21h & 5h
- Trafic plus soutenue durant la période hivernale et durant les périodes de congés



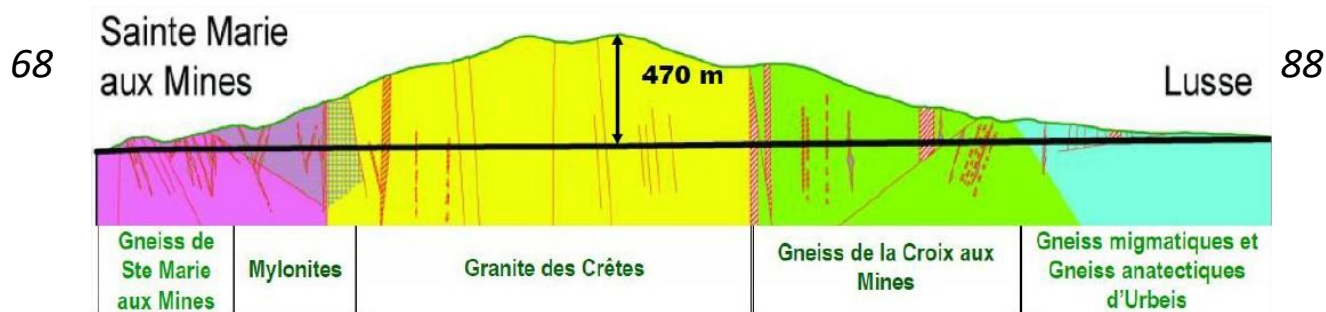
Contraintes environnementales du site :

Etudes hydrauliques du massif encaissant :

- Plusieurs nappes phréatiques ont été découvertes lors de l'avancement du percement du tunnel et de la galerie

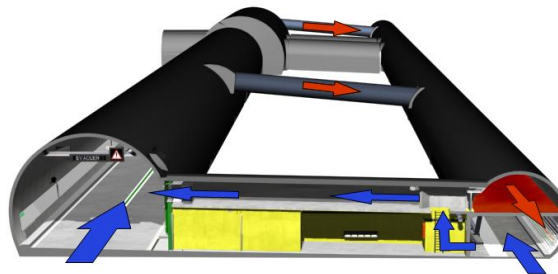
Etudes géotechniques du massif encaissant :

- Le massif de Sainte Marie aux Mines est principalement constitué de Gneiss et de Granite



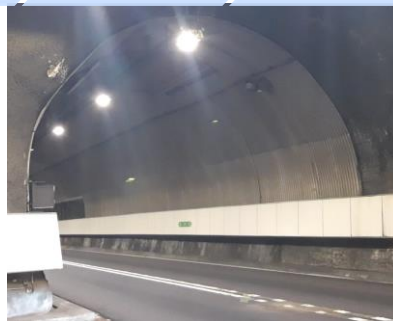
Historique des travaux :

- Ancien tunnel ferroviaire des années 1930 (mise en service en 1937)
- Transformation en tunnel routier (mise en service en 1976)
- Travaux de sécurisation sous fermeture complète (2004-2008) pour rénovation du tube principal et creusement de :
 - La galerie de sécurité (7 km)
 - 16 rameaux d'évacuation
 - 5 sous-stations électrique
 - 9 galeries de retournement
 - 68 conduits de désenfumage



Historique des travaux liés à l'étanchement et au drainage :

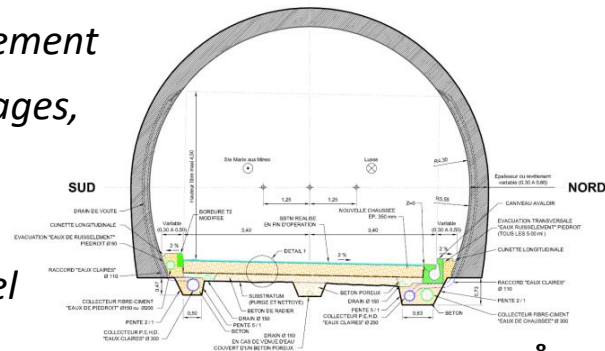
1937 : tunnel en béton coffré « poreux », non étanche



2004-2008 : Mise en place d'un système de drainage pour supprimer les chutes d'eau sur la chaussée

- ⇒ *Sur environ 3000m : Drainage par tôles inox vers une cunette (en partie basse des piédroits)*
- ⇒ *Ponctuellement, drainage interne avec drains encastrés dans le revêtement*
- ⇒ *Imperméabilisation des ouvrages particuliers humides (rameaux, garages, conduits de désenfumage)*

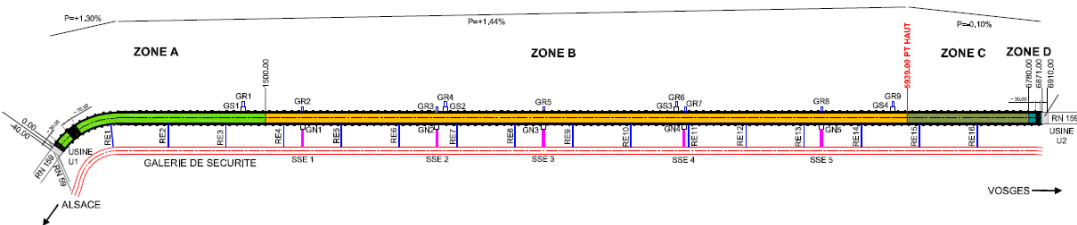
2022 : Mise en place de goulottes drainantes, tôles inox et forages d'appel



2007 - Zoom sur les travaux de d'étanchement et de drainage :

⇒ Travaux effectués sous fermeture complète de 2004 à 2008

⇒ Déviation du trafic par les cols vosgiens



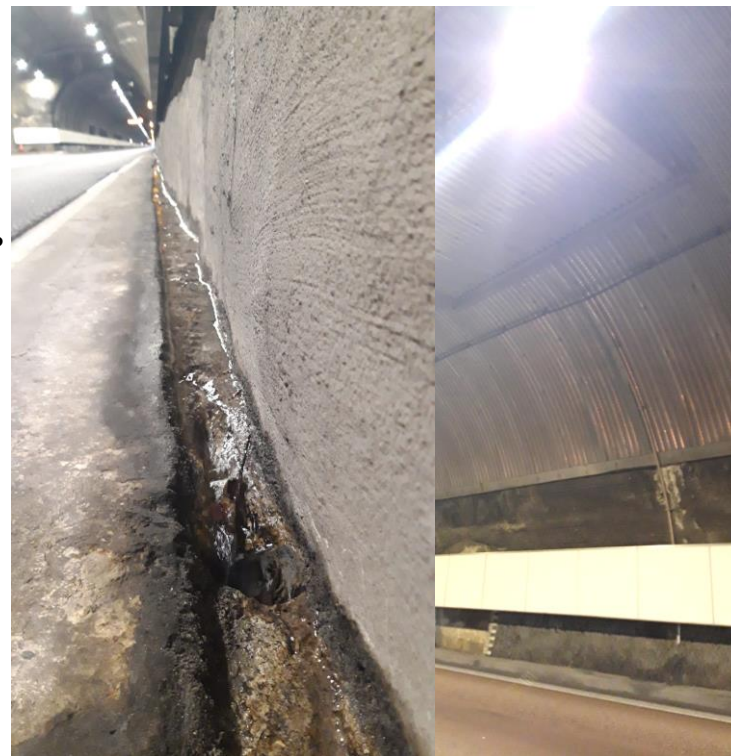
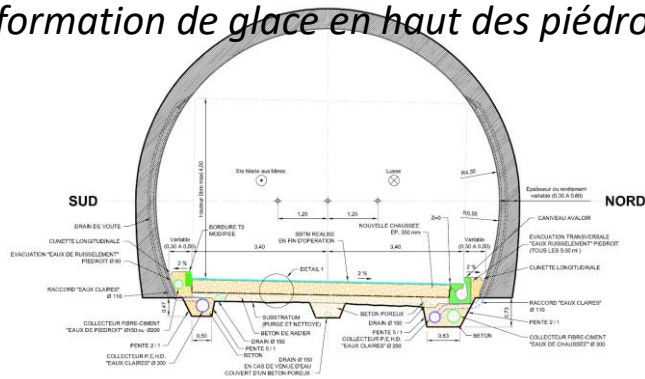
2007 - Description de la solution retenue - En section courante :

Drainage par tôles inox nervurées sur environ 3000m

⇒ *Drainage des infiltrations vers une cunette en partie basse des piédroits (trottoirs)*

⇒ *Les cunettes sont connectées sur le réseau d'eaux de chaussée sous-jacent (tous les 12m)*

⇒ *Risques liés au gel (jusqu'à 800m à l'intérieur du tunnel) : Les tôles ont été prolongées jusqu'à la proximité des trottoirs, pour éviter la formation de glace en haut des piédroits.*

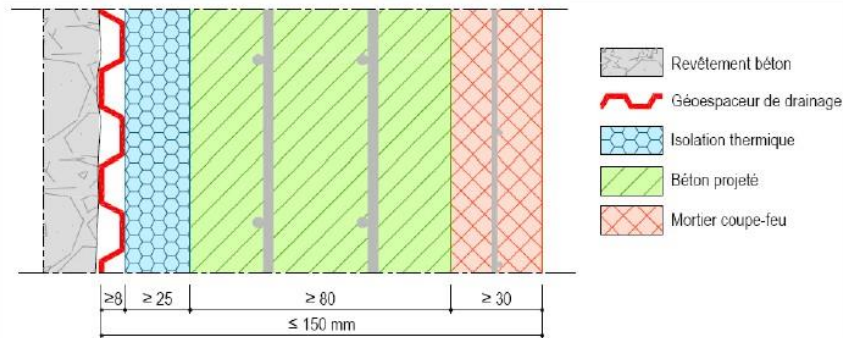


2007 - Description de la solution retenue - En tête Alsace :

Exposition au gel dans l'ouvrage en tête Alsace (68)

=> Coque drainante isolée thermiquement sur 120m :

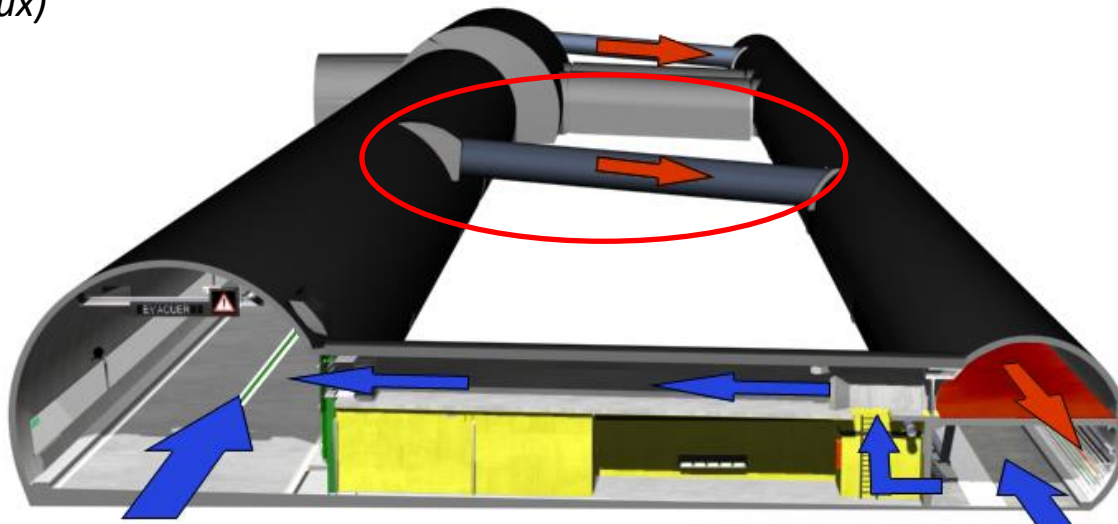
- *drainage surfacique en Delta-MS*
- *protection d'isolation thermique de 2 cm*
- *coque en béton projeté de 8 cm*
- *armature par 2 treillis en acier galvanisé*
- *couche de protection au feu de 2 cm.*



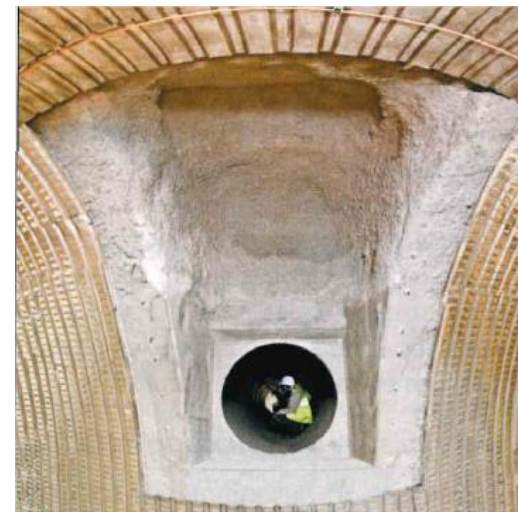
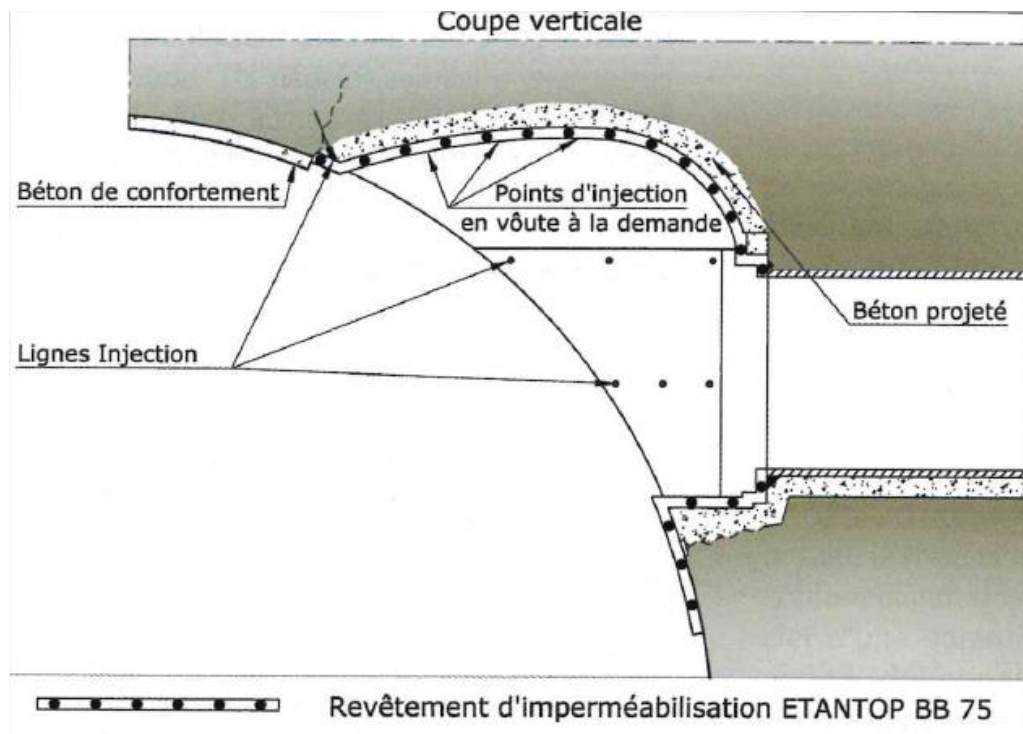
2007 - Description de la solution retenue - Conduits de désenfumage (68 !) :

*Tubes métalliques reliant la voûte à la gaine de désenfumage -
nombreuses infiltrations au niveau des jonctions (béton, tube, tunnel)*

*=> Traitement par injection de coulis chimiques des liaisons et traitement
confortatif & surfaces revêtement d'imperméabilisation (à base de produits
minéraux)*



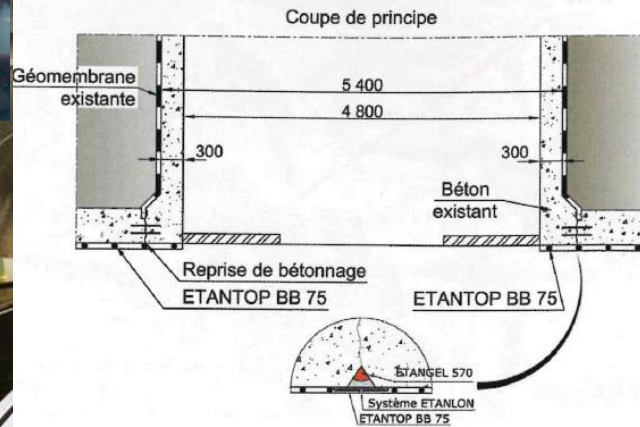
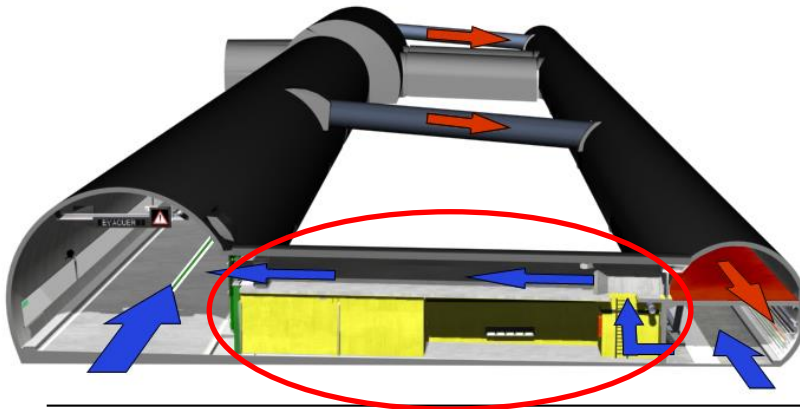
2007 - Description de la solution retenue - Conduites de désenfumage (68) :



2007 - Description de la solution retenue

- Rameaux d'évacuation / Sous-stations (16) :

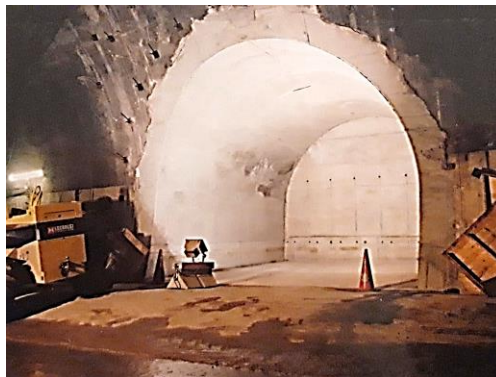
=> Revêtement en béton armé, avec une étanchéité extradoss par membrane TPO
=> Liaison galerie / tunnel : traitement par injections et traitement confortatif



2007 - Description de la solution retenue - Galerie de retournement (9) :

=> Revêtement en béton armé, avec une étanchéité extrados par membrane TPO

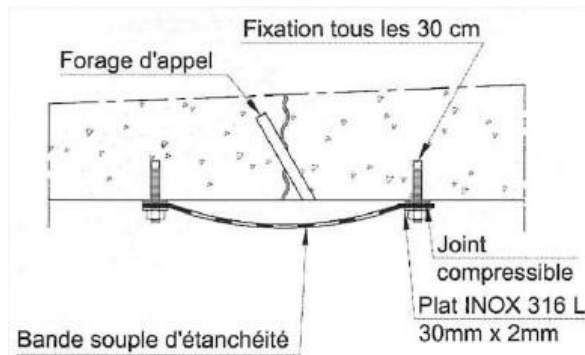
=> Liaison galerie / tunnel et abouts de garage : traitement par injections chimiques et traitement confortatif (enduit d'imperméabilisation)



2007 - Description de la solution retenue

- Joints de plots :

- ⇒ *Injection de coulis chimique et traitement confortatif par bande d'étanchéité (Hypalon) fixée latéralement par feuillard inox*
- ⇒ *des forages d'appel ont été réalisés tous les 50 cm (évacuation vers caniveau du piedroit)*

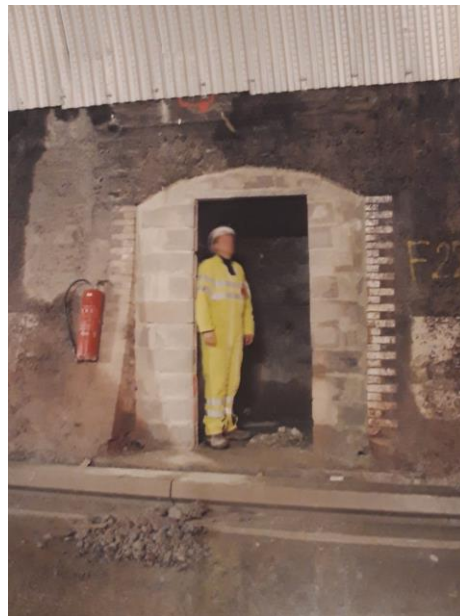


2007 - Description de la solution retenue

- Niches de sécurité :

Pour mise en peinture des niches :

*=> Pose de gouttières Inox et
imperméabilisation des parois par enduit*



2022 - Zoom sur les travaux de d'étanchement et de drainage :

2022 - Difficultés ultérieures rencontrées par l'exploitant :

Suite à IDP de 2022, des désordres sont constatés dans le tube circulé :

Venues d'eau depuis la voûte et impactant la chaussée (« goutte à goutte ») dans :

- ✓ *les zones non recouvertes de tôles parapluie*
- ✓ *une zone recouverte de tôles parapluie mais de géométrie variable*



2022 - Difficultés ultérieures rencontrées par l'exploitant :

Autres impacts sur l'exploitation :

- *Coulures le long des piédroits*
- *Rivets de fixation des tôles parapluies corrodés (dont certains en état avancé de corrosion) → remplacement en interne et consolidation suite à détachement d'une arrête de tôle parapluie*

A noter : Pas de dysfonctionnements constatés sur les équipements



Objectif des travaux : Rétablir la note IQOA du tunnel en 2 pour la visite périodique suivante (3 ans)



2022 – Description de la solution retenue

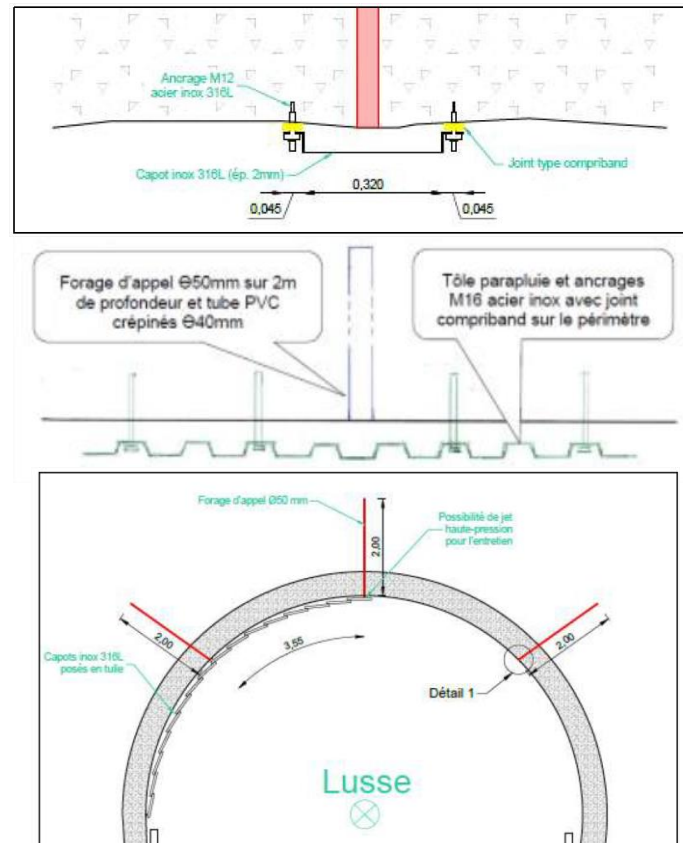
Mise en place de :

- *De tôles parapluie inox (traitement surfacique)*
- *De goulottes drainantes (traitement linéaire)*
- *De forages d'appel*

Le forage, situé au plus proche des zones de venue d'eau est réalisée contradictoirement avec la maîtrise d'oeuvre.

Le diamètre des forages, réalisés à l'aide d'une carotteuse fixée sur le support, est compris entre 50 et 55 mm

Les comportent un drain crépiné en PEHD Ø 40 mm et équipé d'un géotextile imputrescible perméable à l'eau et scellé par un liant hydraulique.



2022 - Description de la solution retenue :

Travaux préalables :

- *Dévoisement des réseaux « éclairage de base & sécurité » à planifier et à anticiper avant démarrage des travaux dans les zones concernés → Impact CME analysé*

Planning et conditions d'exploitation :

- *Chantier prévue du 5/9 au 21/10 2022 : travaux possibles durant 7 nuits par semaine (durée 7 semaines)*
- *Dévoisement préalable des réseaux électriques & de l'éclairage durant les fermetures mensuelles aout 2022 (2 nuits / mois) → Attention à la gestion de la coactivité*

2022 - Suivi du chantier :

Fermetures nocturnes de 21h à 5h du Lun au Ven

Durée du chantier 7 semaines

Difficultés rencontrées pendant le chantier :

- *Cadence plus lente suite à problèmes de pose des tôles inox*
- *Anticiper les réouvertures → Prévoir inspection des zones de travaux : perte de petits matériels de type vis, etc.*

Anticipation post-2022

- *Prévoir un stock tampon des tôles parapluie*

2022 - Suivi du chantier :

Quelques photos représentatives du chantier :

Dévoisement du réseau



2022 - Suivi du chantier :

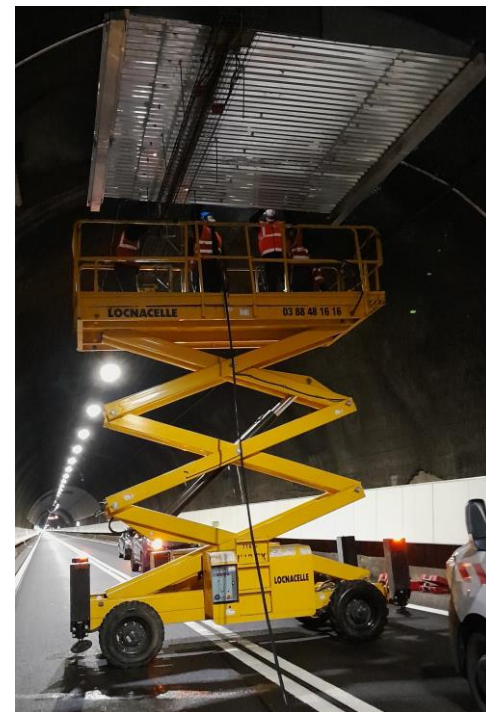
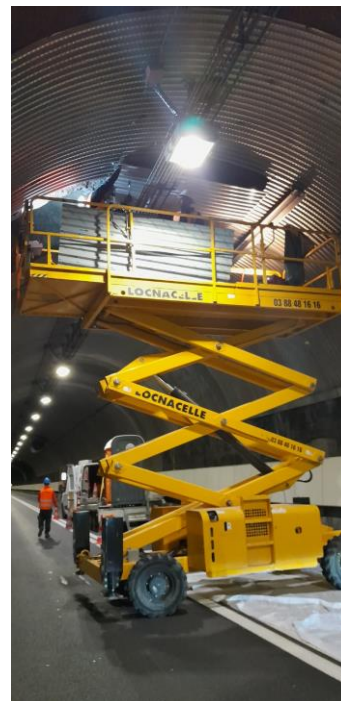
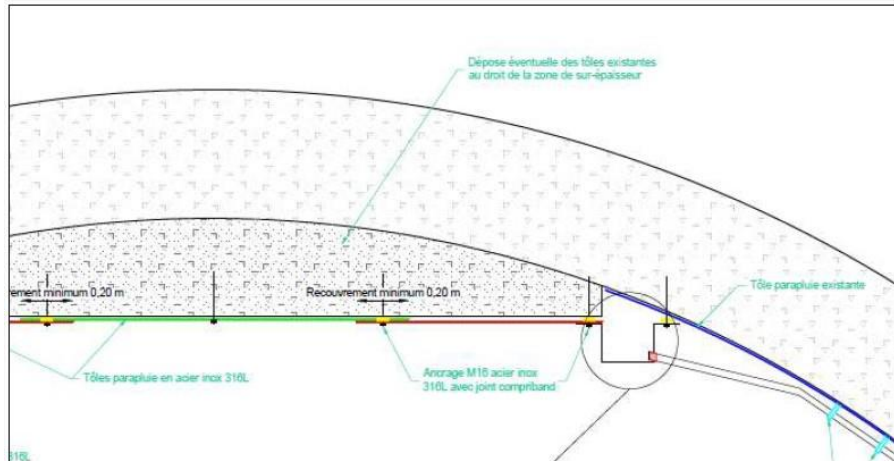
Goulotte transversale



2022 - Suivi du chantier :

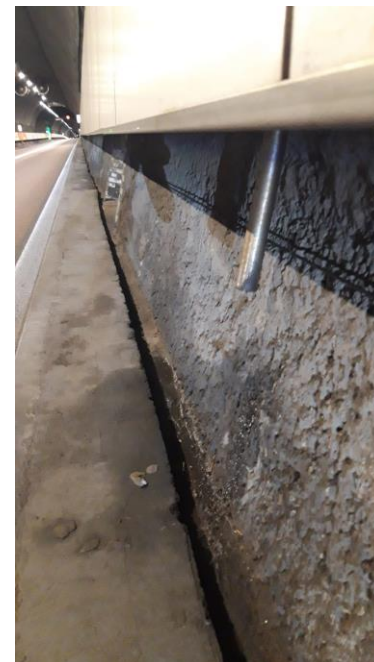
Dépose des tôles existantes

Drainage par tôles horizontales en voûte



2022 - Suivi du chantier :

Drainage par tôle parapluie



REX de l'exploitant :

Surveillance et inspections périodiques :

- *Pas de difficultés rencontrés à ce jour*
- *Quelques traces de coulures d'eau*
- *Parfois de l'humidité en entrée du tube*
- *Quelques stalactites actives*
- *Apparition de calcite*
- *1 avec fil d'eau*

Entretien : PAS DE DIFFICULTES RECONTRE

Maintenance : NON RENCONTRE



REX de l'exploitant : **- En 2023 - Zone humide – GN 10.2 – SS06**

Infiltrations au niveau des jonctions Sous-station / Tunnel

Infiltrations au niveau de la galerie de retournement :

=> Pas d'infiltration dans les locaux techniques

Ajout de drainage en saillie pour évacuation vers caniveaux





**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



MERCI DE VOTRE ATTENTION