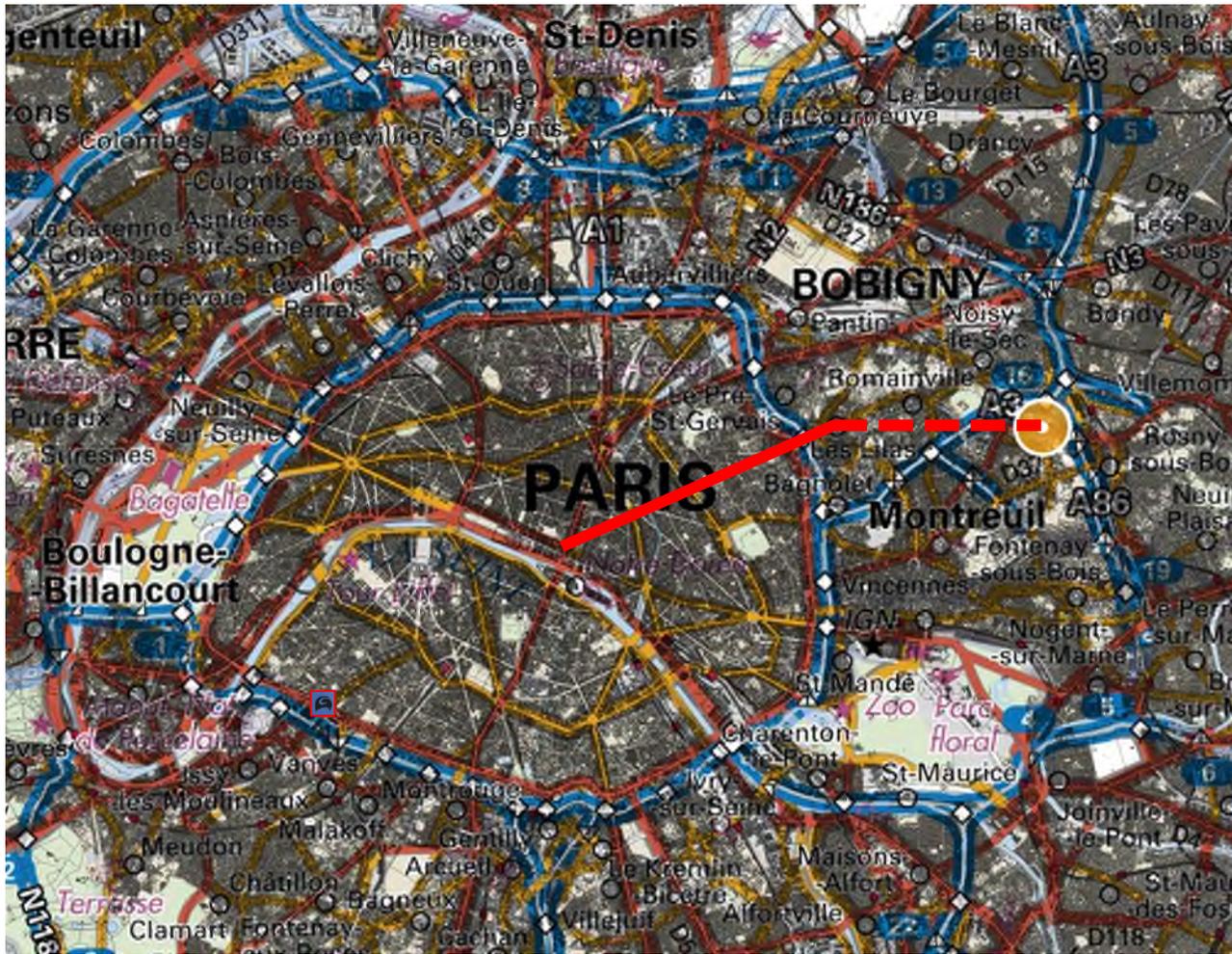


# PROLONGEMENT LIGNE 11 GC01

Stations souterraines La Dhuys et Place Carnot

Guillaume Champagne de Labriolle, **Arcadis Lyon**

- 1. Présentation générale Ligne 11 existante et future**
  - 2. Vue en plan Ligne 11 GC01**
  - 3. La Dhuys et Place Carnot**
  - 4. Phasage de la section divisée**
  - 5. Stratigraphie constatée**
  - 6. Problématiques liées au revêtement et au tunnelier**
  - 7. Réalisation des couloirs**
- Annexe : publications**

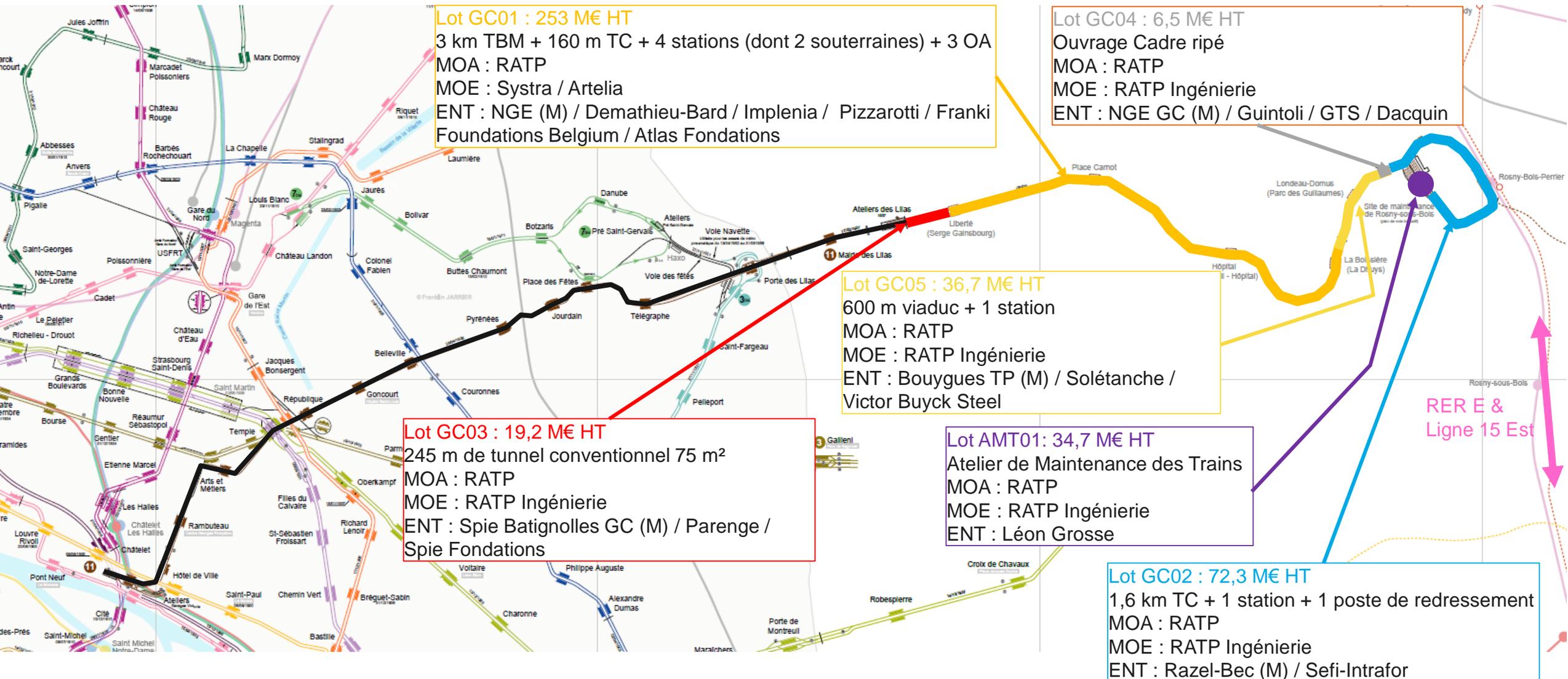


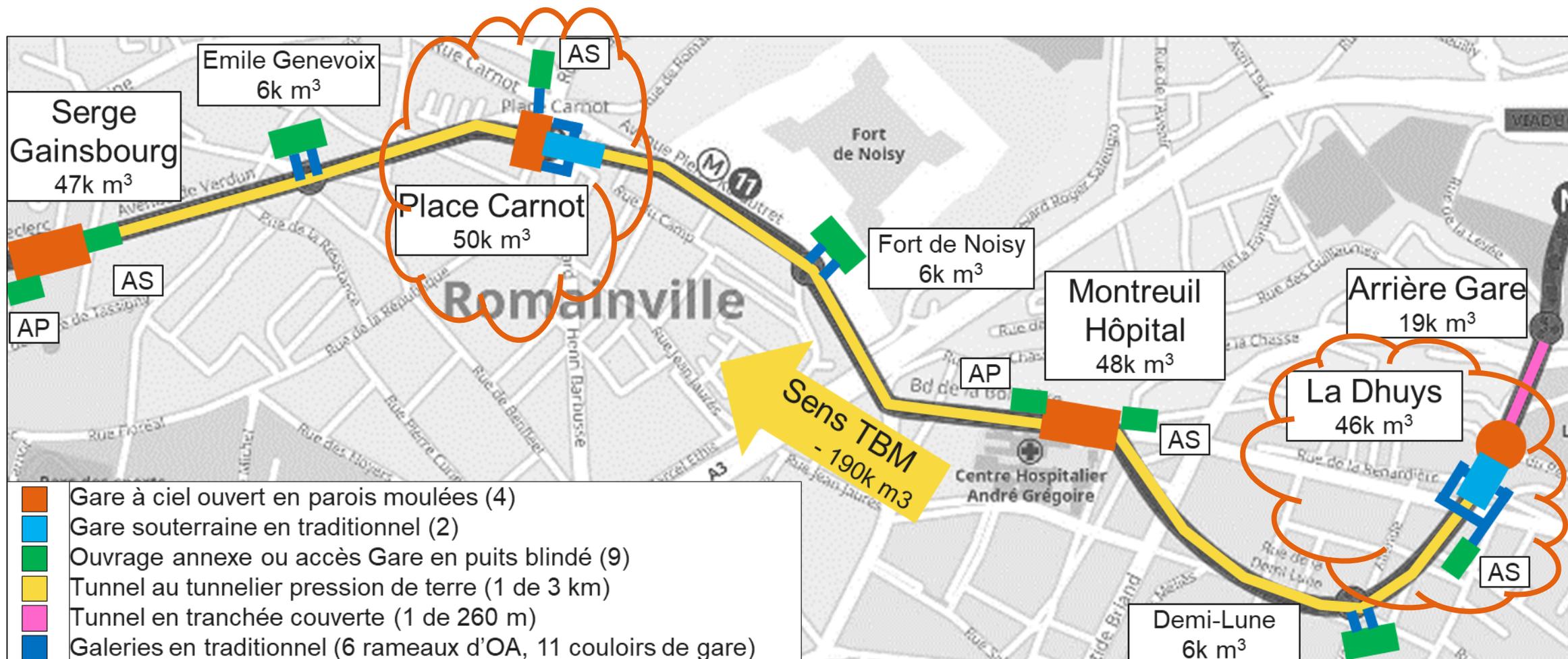
- Ligne existante
- - - Prolongement

## ■ Projet global

- Améliorer l'accessibilité des gares existantes
- Rallonger la ligne jusqu'à Rosny 2 où il y a le RER E et plus tard la ligne 15Est-Sud
- Passer à un métro automatique avec les rames MP14 CC similaires à celles nouvelles prévues sur la ligne 14 et la ligne 4.
  - [Les nouvelles rames du métro Parisien \(#MP14\) – YouTube](#)
- L'inauguration a eu lieu au printemps 2024
  - Marche à blanc Ligne 11 : [M11 : Marche à blanc des MP14 CC – YouTube](#)
  - [Inauguration du prolongement de la ligne 11 du métro \(youtube.com\)](#)

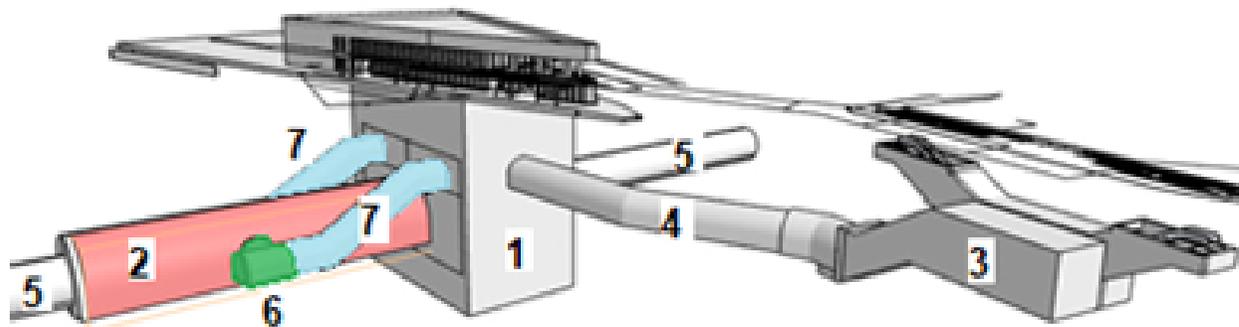
# 1. Présentation Générale Ligne 11





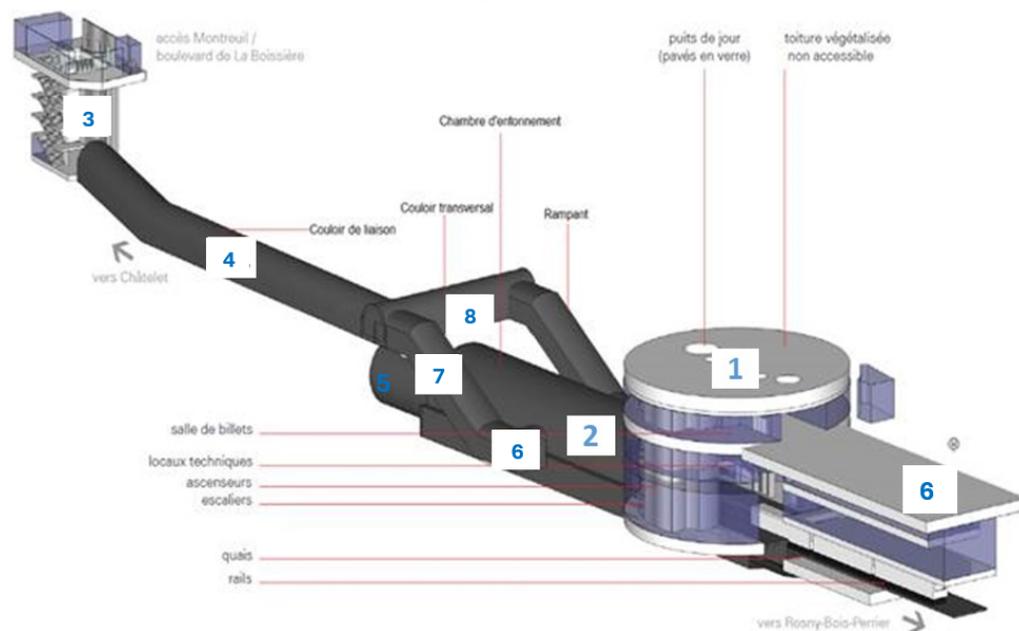
Scope **Arcadis** : Mission G3-EXE (G3-SUIVI chez ALLIANCE), soit Synthèse Géotechnique, étude des tassements et de la stabilité de fond de fouille / du front de taille de tous les ouvrages, étude de la pression de consigne du tunnel + étude partielle des voussoirs, calcul et plan des soutènements et revêtements de tous les ouvrages excavés en méthodes traditionnelles

## PLACE CARNOT



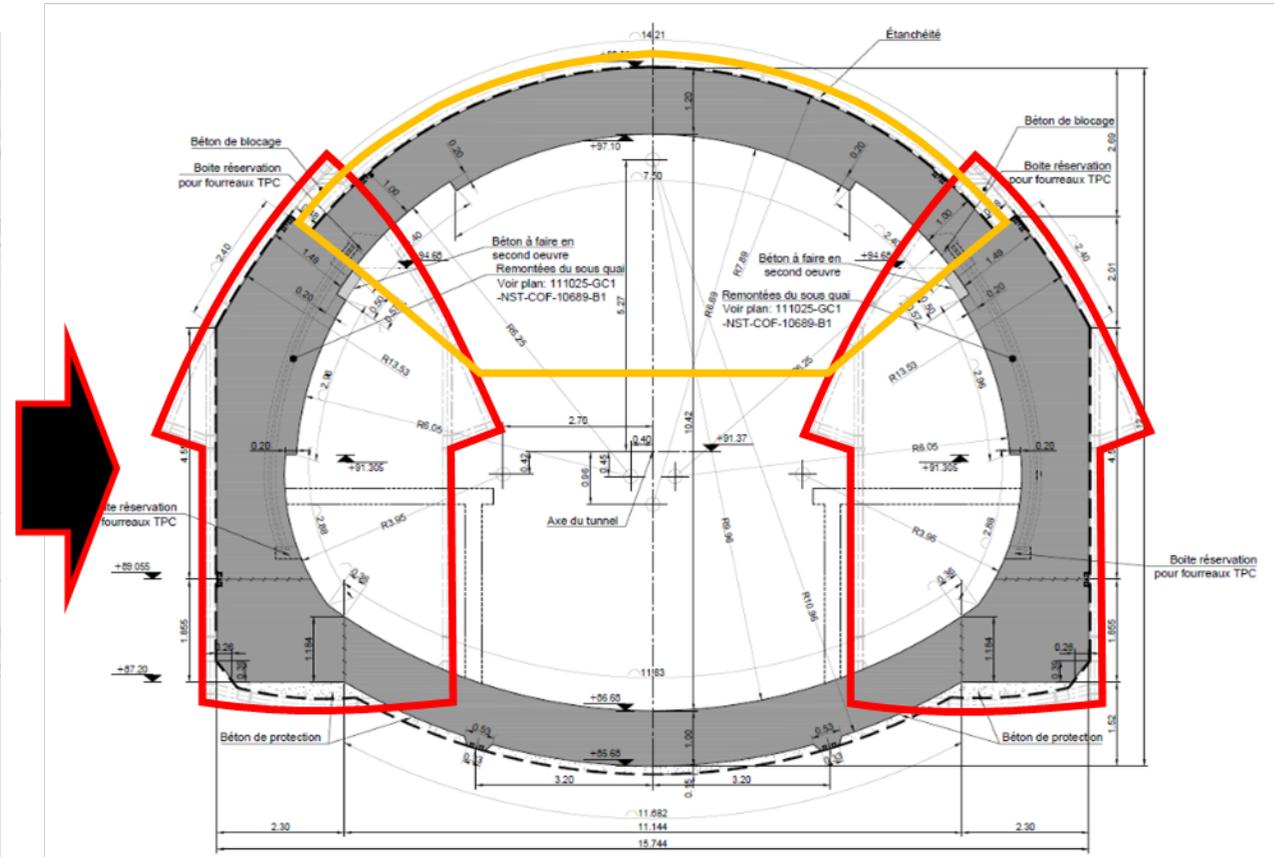
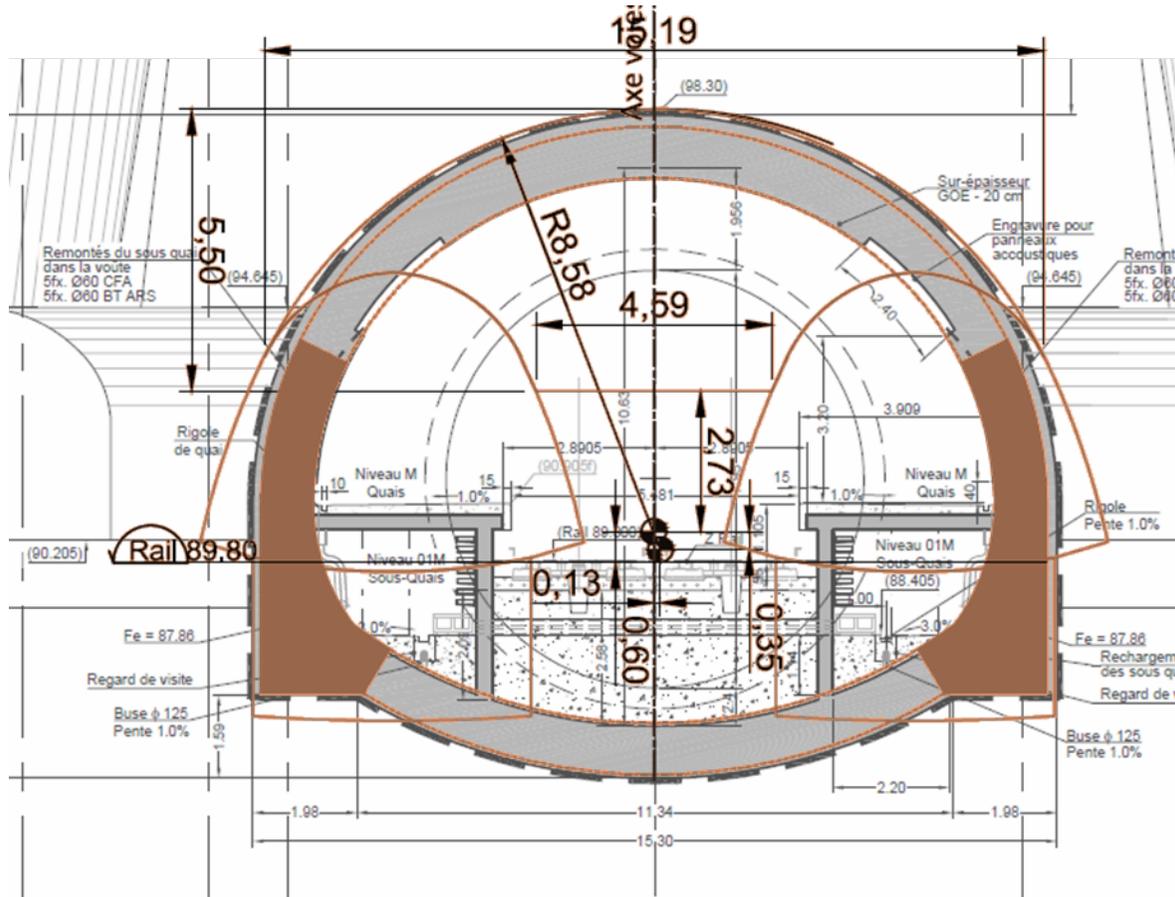
- 1 : puits d'accès principal réalisé en parois moulées
- 2 : une partie souterraine réalisée en méthodes conventionnelles et en section divisée
- 3 et 4 : un accès secondaire avec sa galerie d'accès
- 6 : deux galeries d'amorce
- 7 : deux galeries latérales
- 8 : une galerie transversale pour La Dhuis
- 5 : le tunnel est réalisé avec un tunnelier à pression de terre de 9.12 m de diamètre excavé qui est lancé depuis (1) et (2) de La Dhuis puis traverse (2) puis (1) de Place Carnot.

## LA DHUYS



Libellé	La Dhuis	Place Carnot	Unité
Longueur	51	61	m
Volume excavé	10 798	12 934	m <sup>3</sup>
Cintres	334	371	tonnes
Boulons acier	3 582	6 728	ml
Boulons FdV	5 753	6 822	ml
Béton Projeté	Env. 1 700	Env. 1 800	m <sup>3</sup>
Armatures acier	442	384	tonnes
Béton coulé	3 172	3 491	m <sup>3</sup>

## Conception adaptée en phase EXE



#### **Etude de la conception initiale lors de la phase appel d'offre**

Phasage avec soutènement pas assez raide et galeries critiques trop larges (culées sup & voute)

Tassements > 5 cm pour une cible à 90% de 2,5 cm

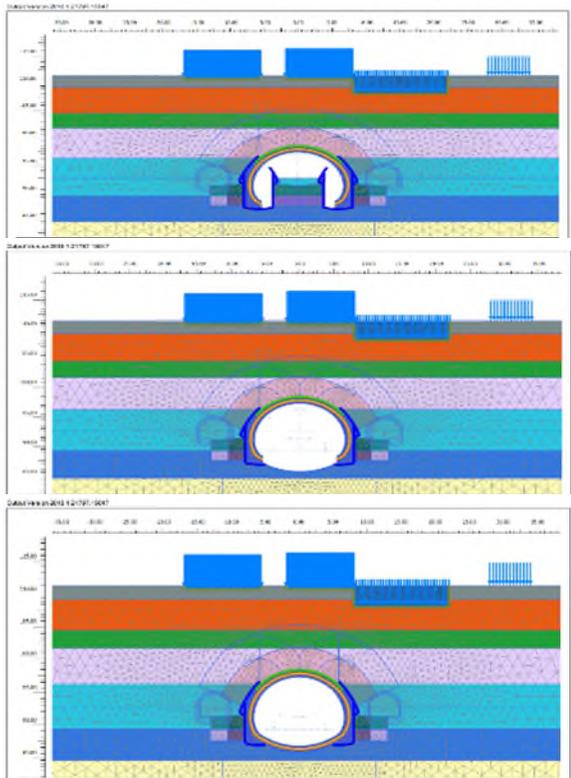
Phasage non précis vis-à-vis du :

- Boulonnage (3 sortes, 3 longueurs, 3 maillages, 3 recouvrement mais toujours en fibre de verre)
- Raccord soutènement voute/culée
- Réalisation contre-voute

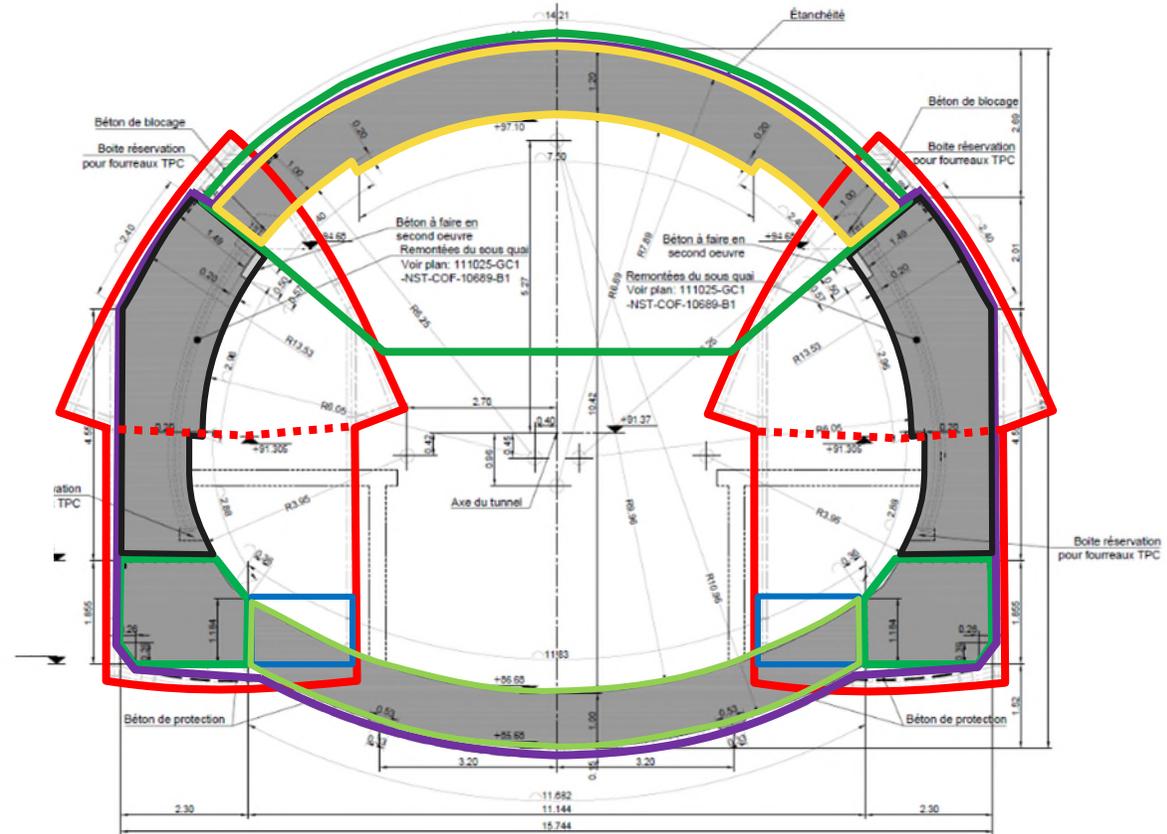
Revêtement :

- Non conçu pour accueillir le tunnelier (pb de géométrie & de sous-dimensionnement des armatures)
- Non conçu au niveau des intersections
- Non coulé à l'avancement en voute
- Avec reprises de bétonnage en conflit avec les multiples réservations de fourreaux

## PHASAGE DE CONSTRUCTION



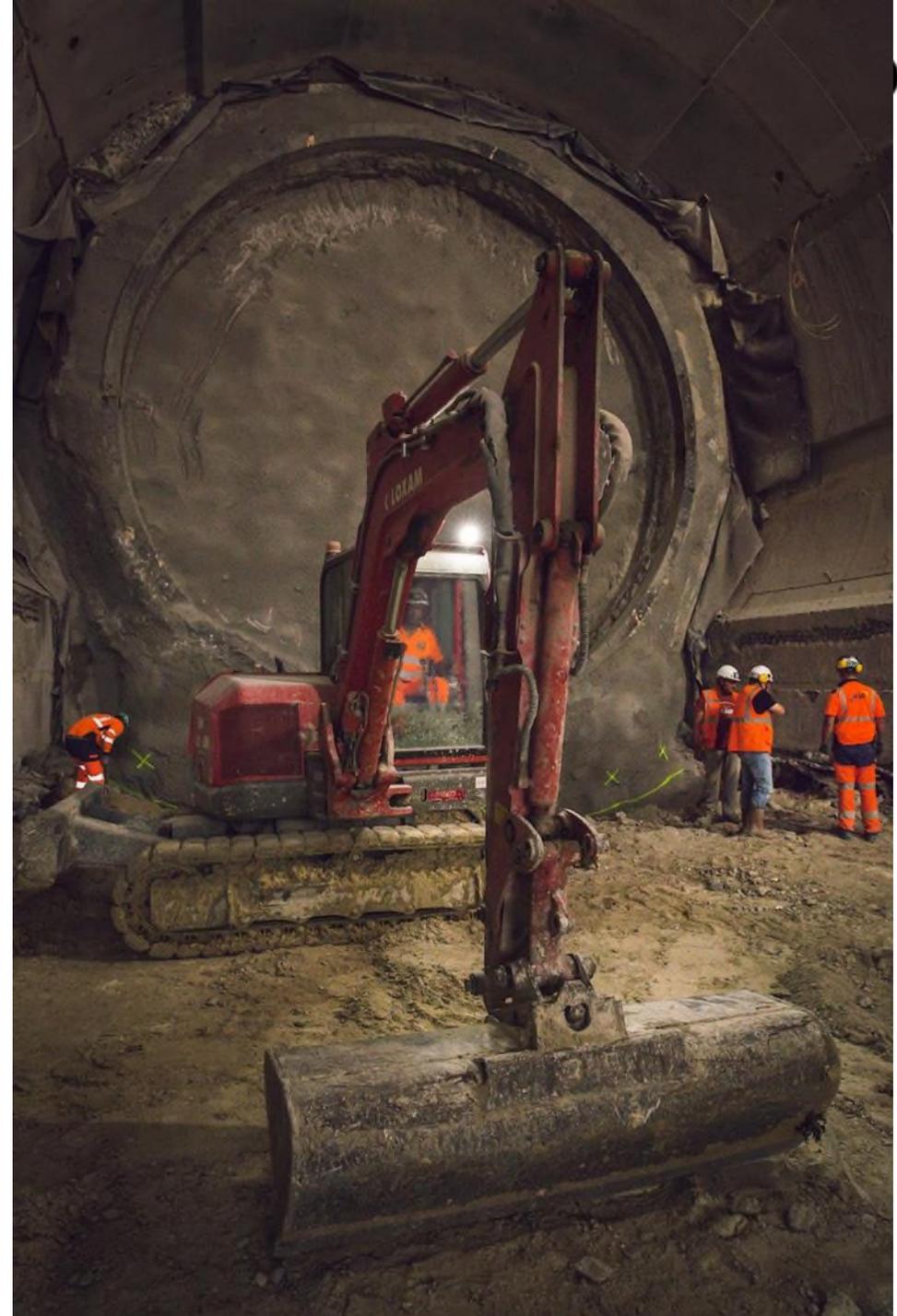
- Soutènement culées hautes et basses
- Etanchéité
- Banquettes
- Béton de blocage provisoire
- Piédroits
- Soutènement voûte
- Voûte
- Contre-Voûte





Equipe calcul soutènement /  
présoutènement La Dhuis devant le front  
de taille





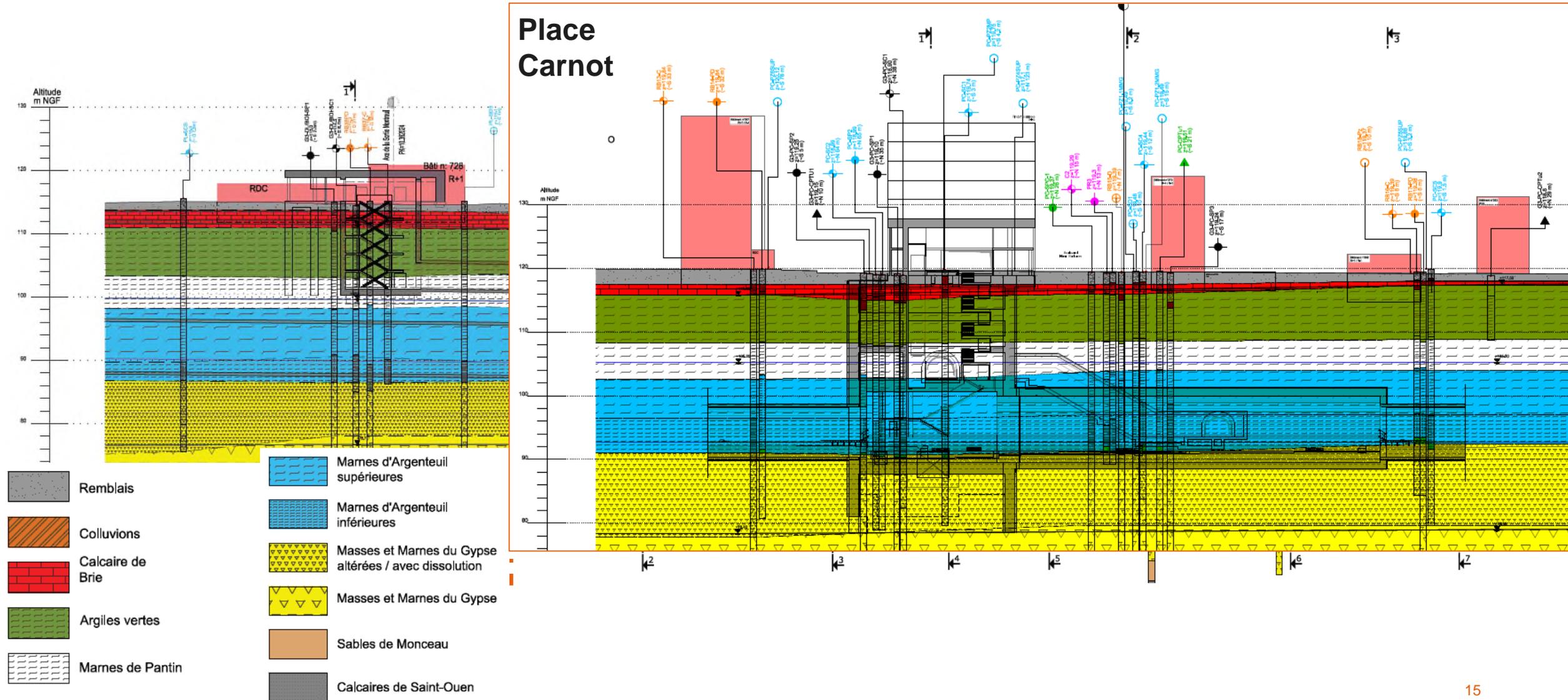
IS



S



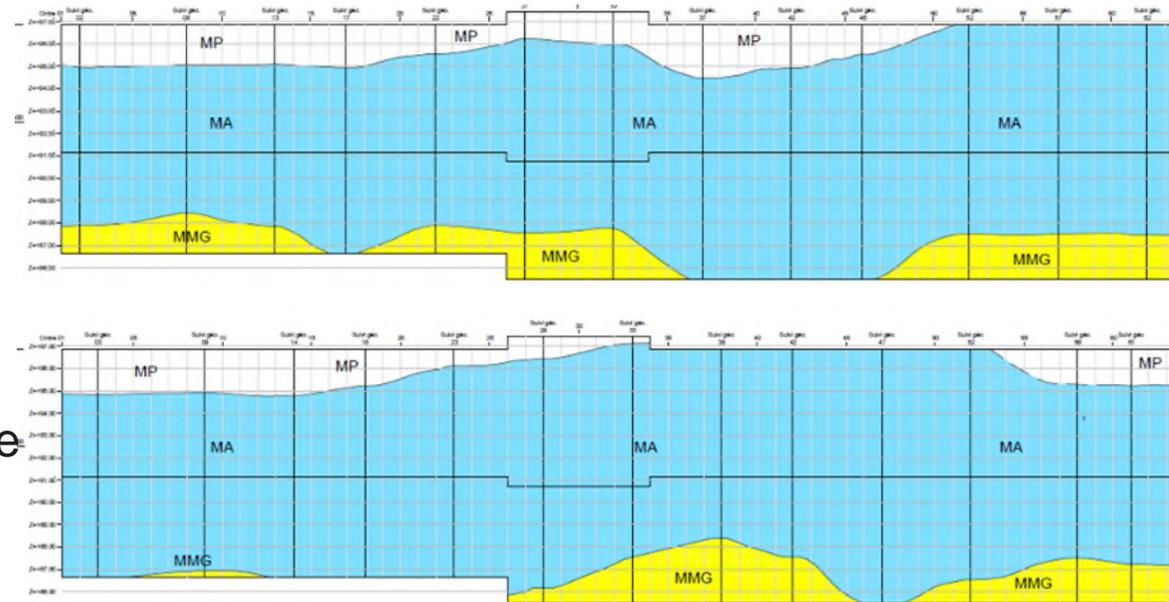
S



## Relevés géologiques du front de taille au cours du creusement

La Dhuis

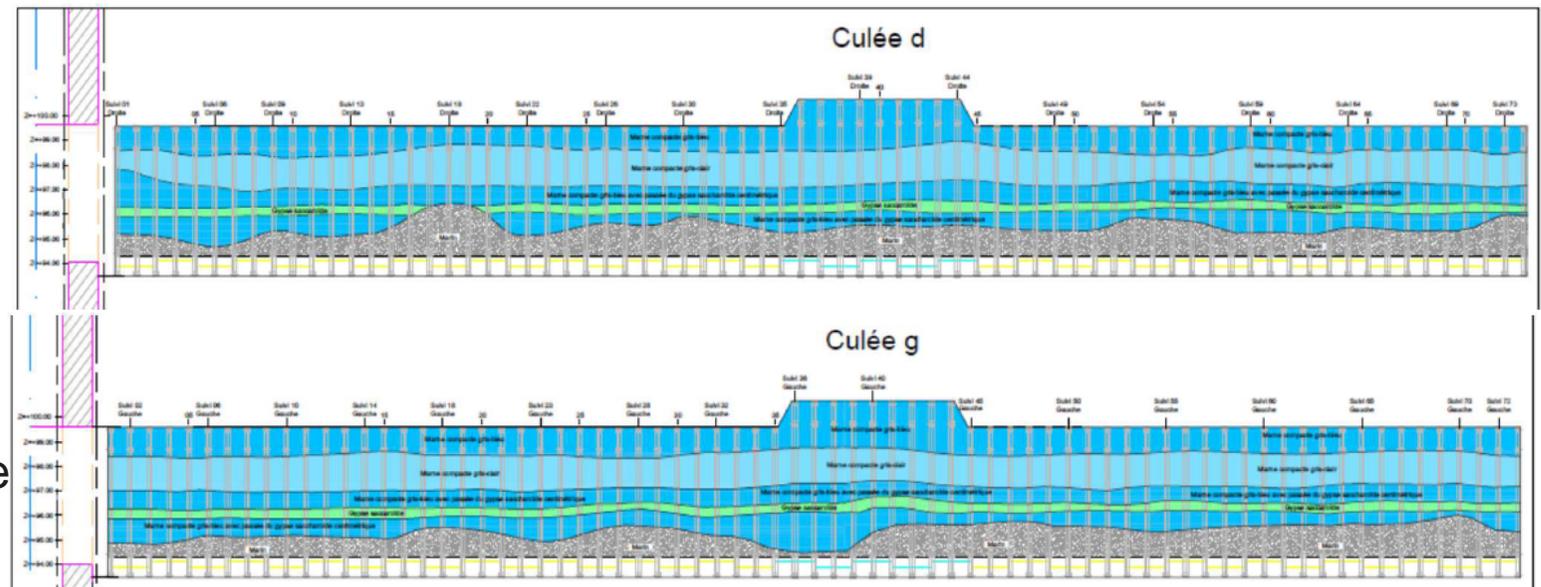
Culée Droite  
Culée Gauche



NB : 5,40 m de pilier central entre les deux culées

Place Carnot

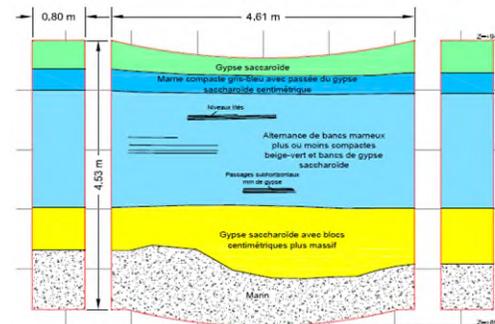
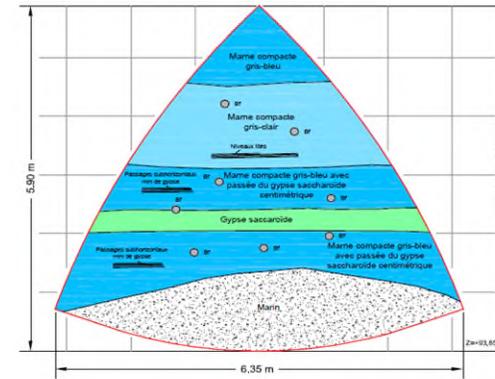
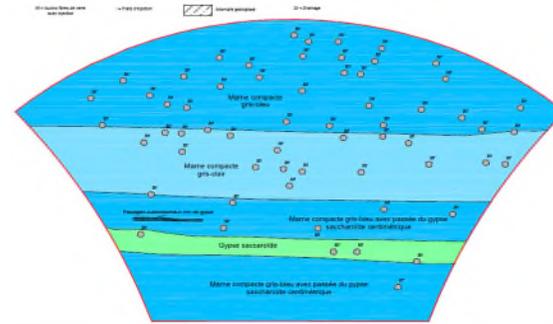
Culée Droite  
Culée Gauche



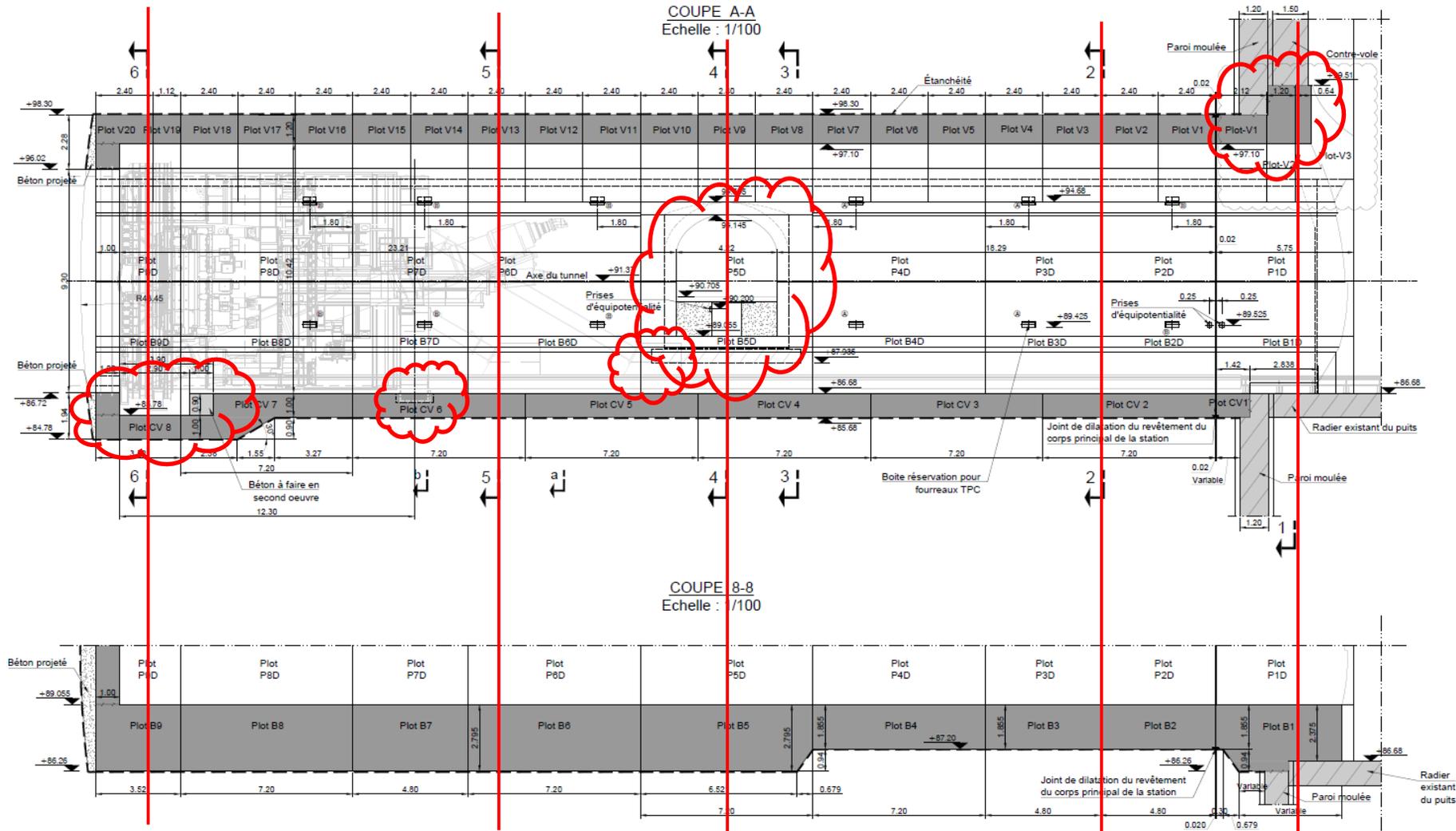
## La Dhuys



## Place Carnot

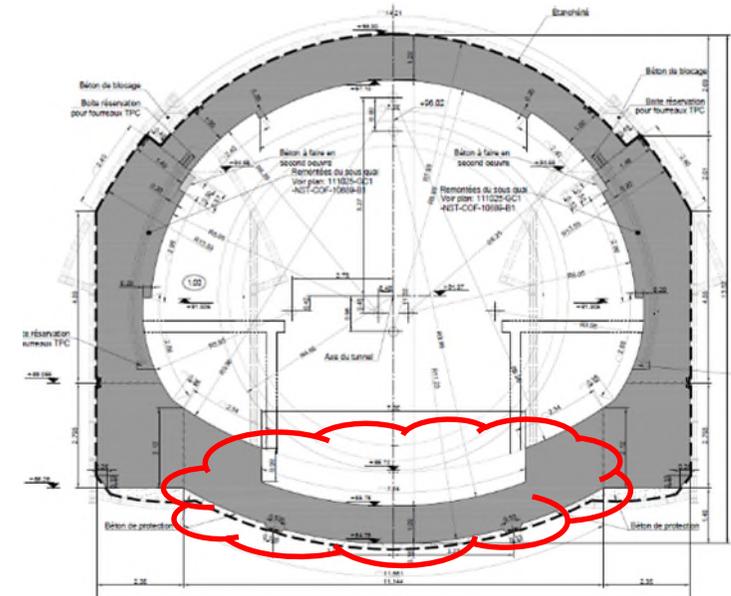
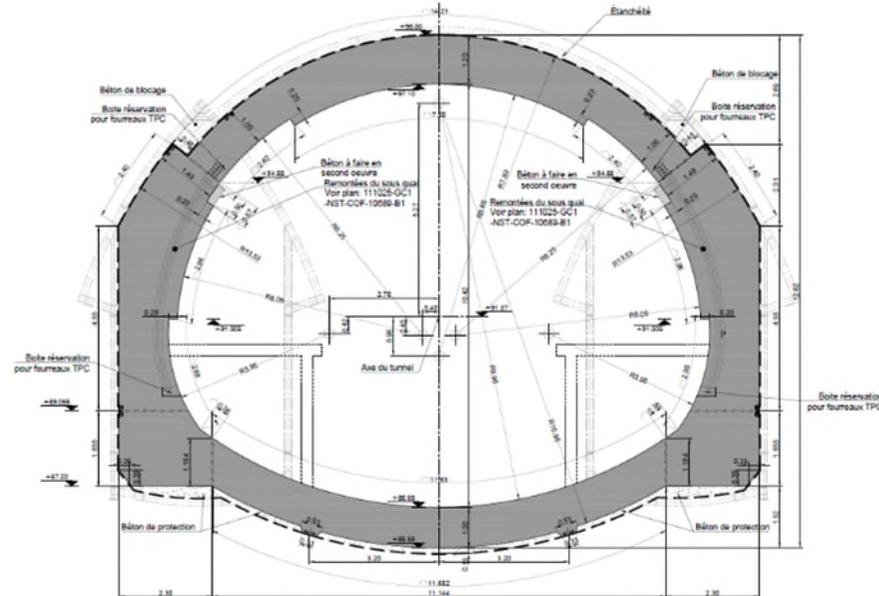
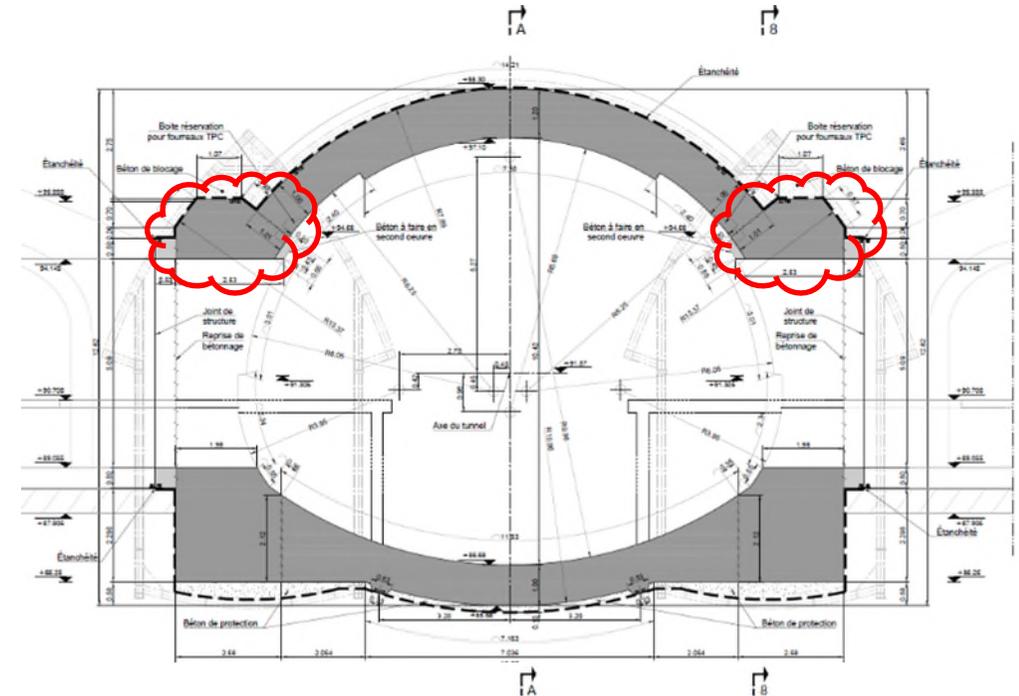
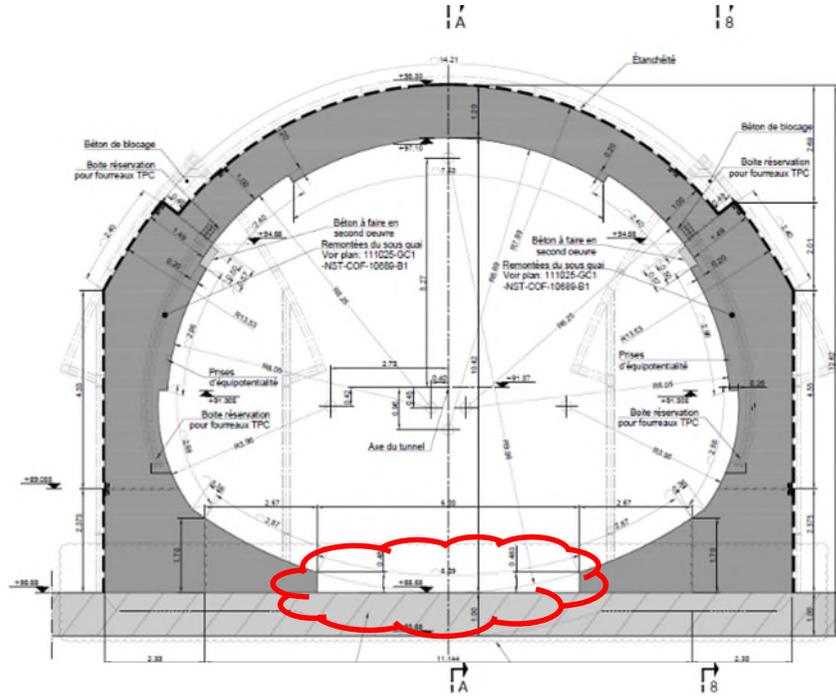


# Station souterraine : Conception Revêtement

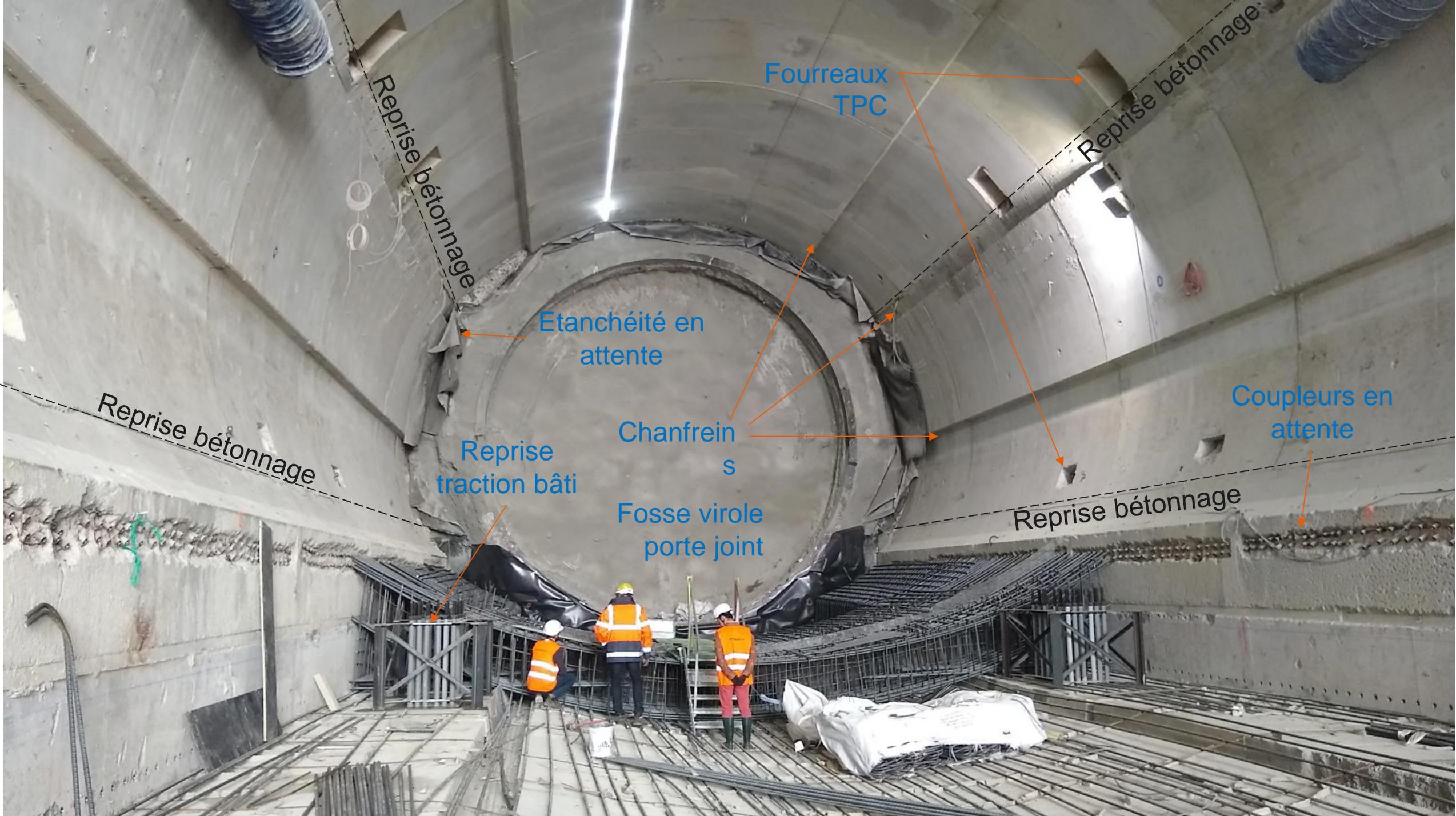


# 5. Problématiques liées au revêtement et au tunnelier

Les coupes-types de la station souterraine







Reprise bétonnage

Fourreaux  
TPC

Reprise bétonnage

Etanchéité en  
attente

Reprise bétonnage

Reprise  
traction bâti

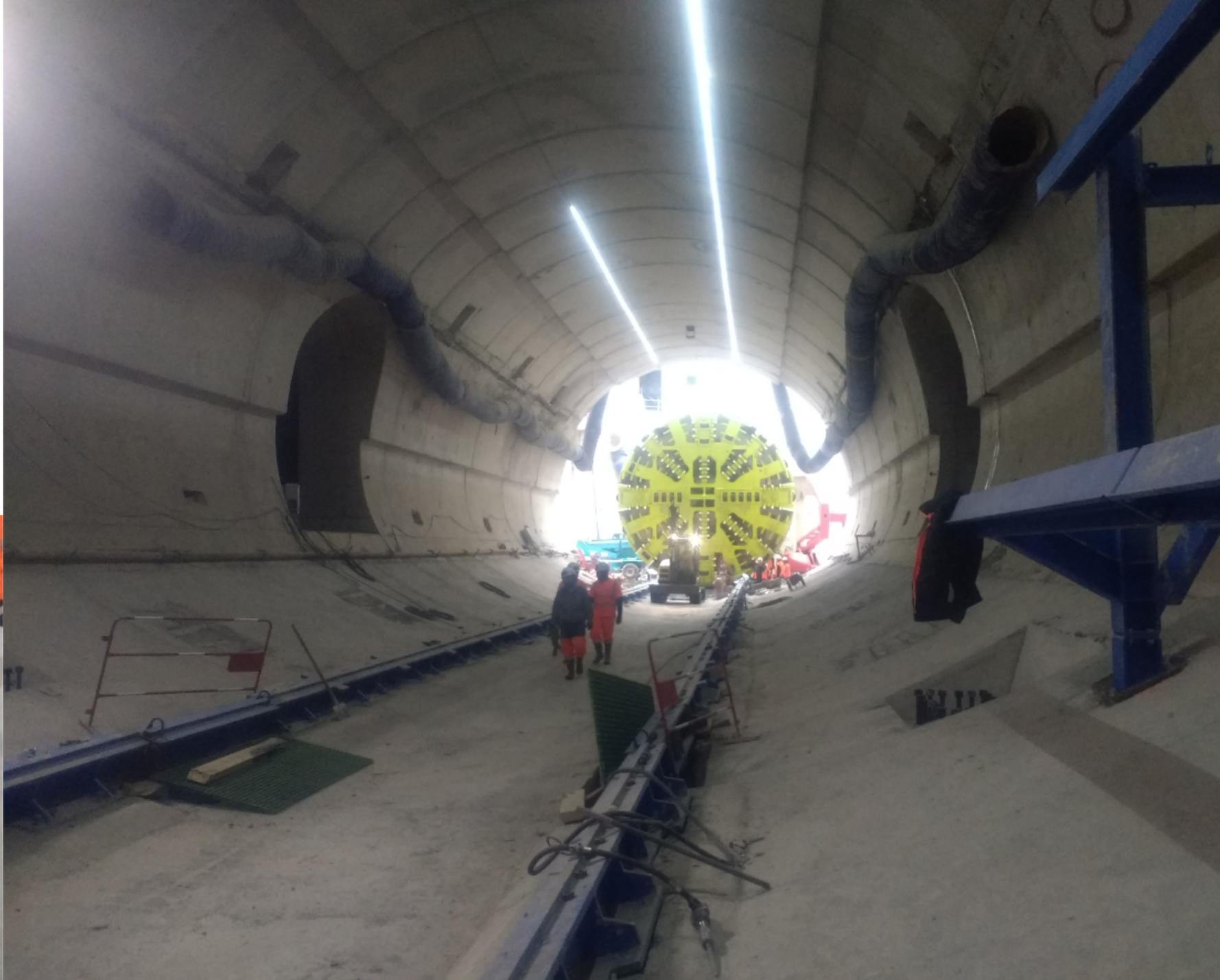
Chanfrein  
s

Coupleurs en  
attente

Fosse virole  
porte joint

Reprise bétonnage

1 mois plus tard





Fosse  
associée



Virole porte-joint  
supportée par cintres  
circulaires au lieu du  
tympan en béton coffré

Rail au lieu de  
longrine béton









PL11-GC01-REX-EtudesEXE

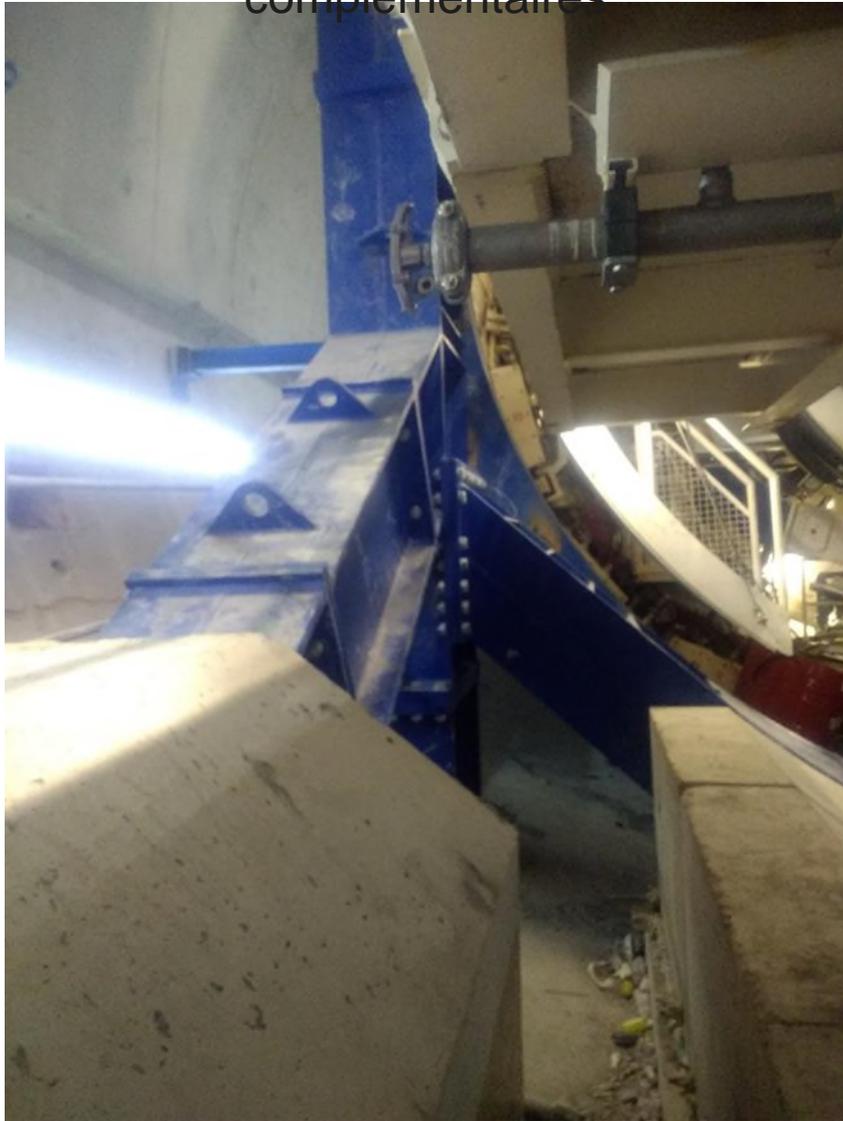


Pieds latéraux installés



Pieds du milieu installés

Pieds obliques sur massif béton + dispositifs complémentaires



R2

R3

R4

En  
reprenant  
un peu de  
hauteur ...

Stock  
voussoirs



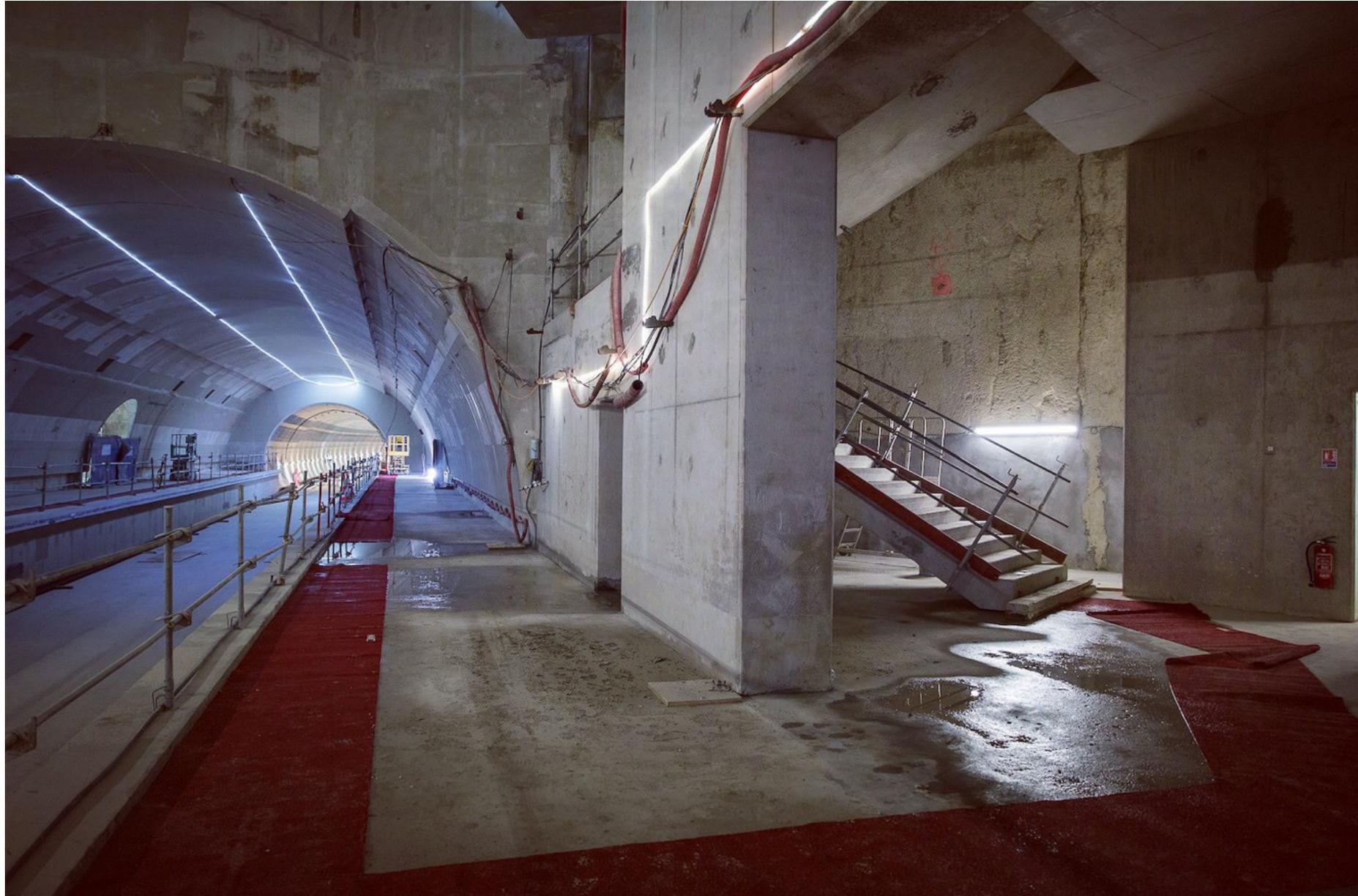
Stock tampon  
voussoirs



20 m effectué  
au 15 Mars,  
début du  
confinement.  
Reprise du  
creusement le  
11 Mai au  
deconfinement  
officiel pour  
limiter la gêne  
des riverains  
Au 15 Juin →  
100 m  
d'avancement  
env.



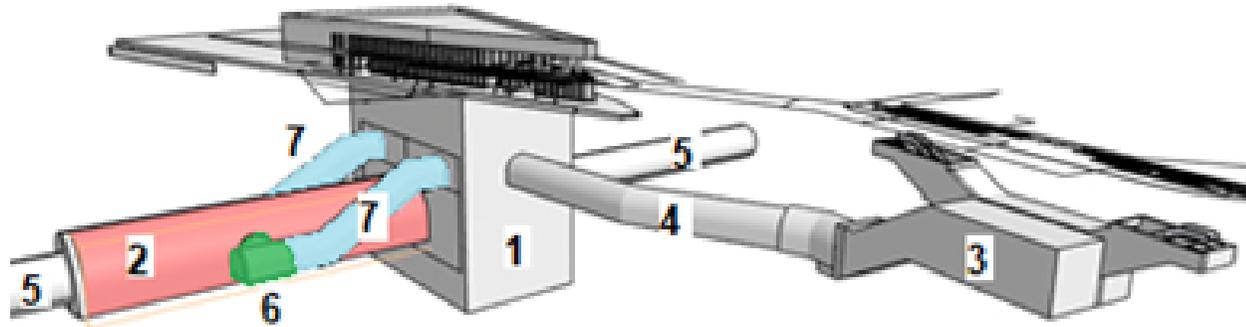






## 6. Couloirs

### Galeries latérales



Libellé	DH Galeries Armoce	DH Galeries Latérales	DH Galeries Transversales	DH Accès secondaire	PC Galeries Armoce	PC Galeries Latérales	PC Accès secondaire	Unité
Longueur	8,6 x 2	22 x 2	32	79	8 x 2	28 x 2	67	m
Section excavée	64	44 à 55	48 à 56	33	54	35 à 49	33	m <sup>2</sup>
Périmètre	32	28 à 30	27 à 30	22	31	25 à 29	22	m
Volume excavé	1100 env.	2200 env.	960 env.	2600 env.	860 env.	2 520 env.	2400 env.	m <sup>3</sup>
Cintres	83 (75 kg/m <sup>3</sup> )	106 (48 kg/m <sup>3</sup> )	84 (88 kg/m <sup>3</sup> )	101 (40 kg/m <sup>3</sup> )	31 (36 kg/m <sup>3</sup> )	126 (50 kg/m <sup>3</sup> )	86 (36 kg/m <sup>3</sup> )	tonnes
Boulons acier	0	0	0	0	0	0	0	ml
Boulons FdV	1400	1300	880	2700	400	2100	2600	ml
Béton Projeté	130 env.	300 env.	220 env.	400 env.	115 env.	385 env.	370 env.	m <sup>3</sup>
Armatures acier (pattes d'éléphant / radier prov)	20	6,3	4,6	2	0,8	18	0	tonnes
Armatures acier revêtement	37 – 144 kg/m <sup>3</sup>	57 – 100 kg/m <sup>3</sup>	13,5 – 93 kg/m <sup>3</sup> (courant) 27 – 150 kg/m <sup>3</sup> (intersections)	66 t – 95 kg/m <sup>3</sup>	33 T - 150 kg/m <sup>3</sup>	56 t – 120 kg/m <sup>3</sup>	38 t – 124 kg/m <sup>3</sup> 38 t – 270 kg/m <sup>3</sup> (renforcé)	tonnes
Béton coulé	257	570	324	700	221	470	450	m <sup>3</sup>

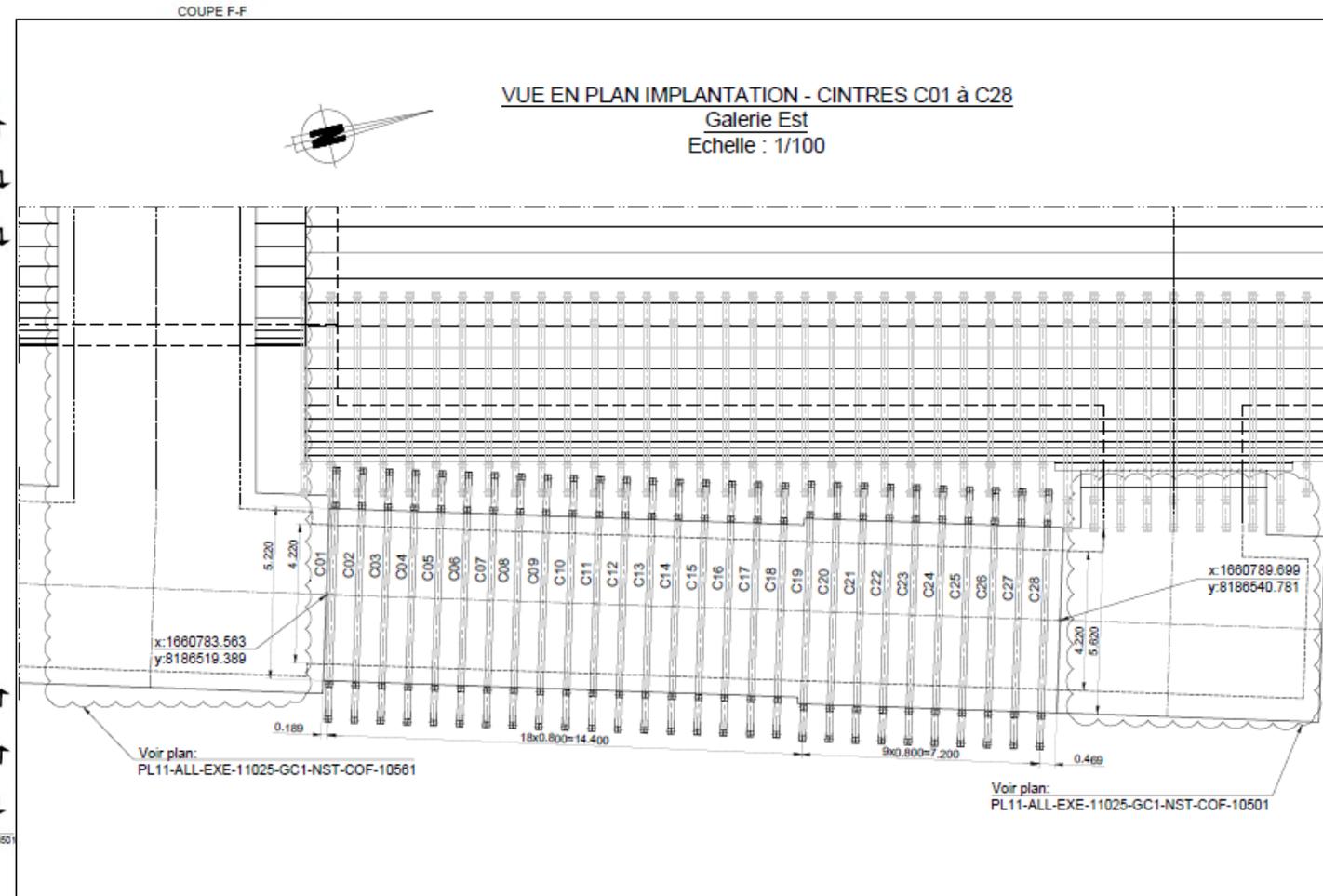
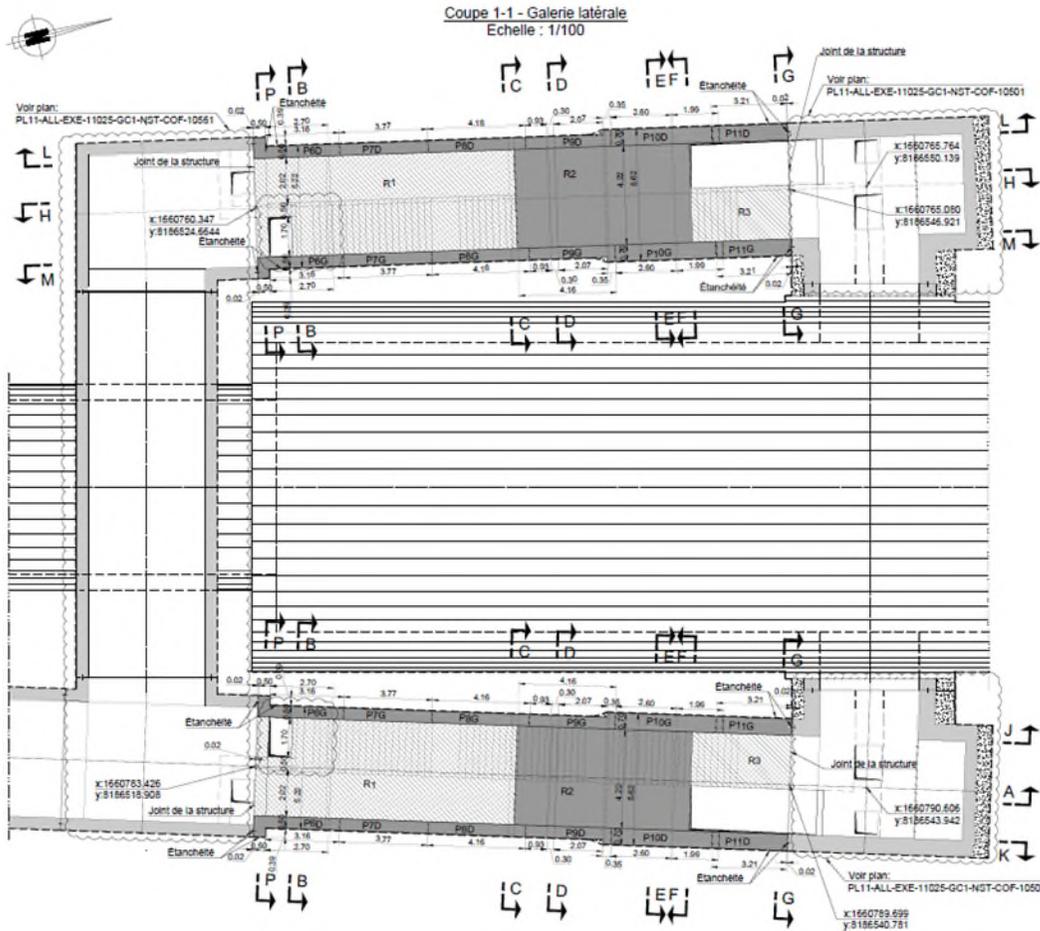




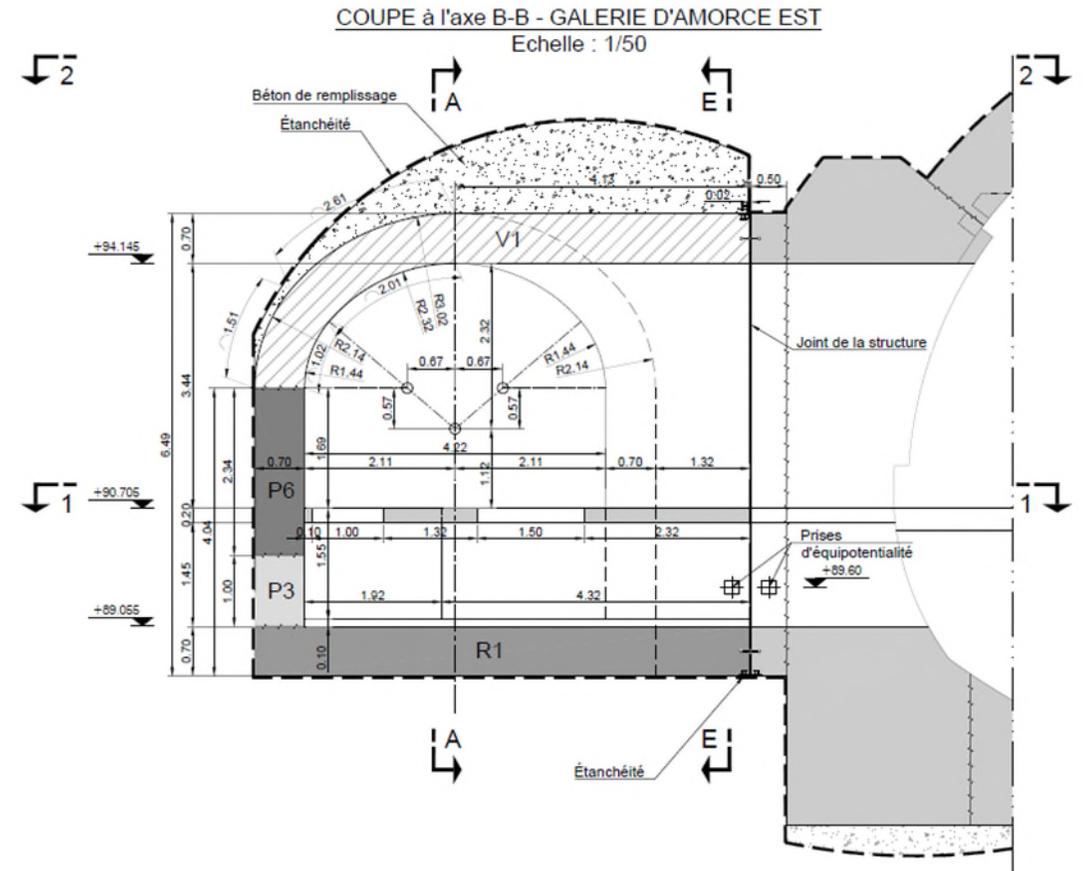
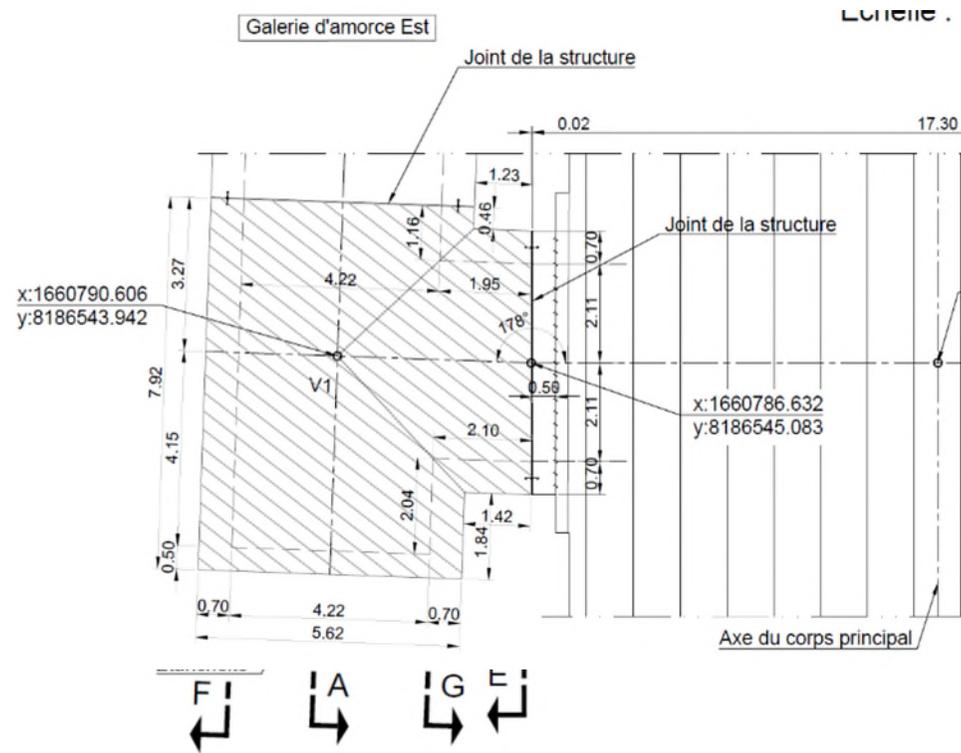
01-REX-Et



# Galeries latérales

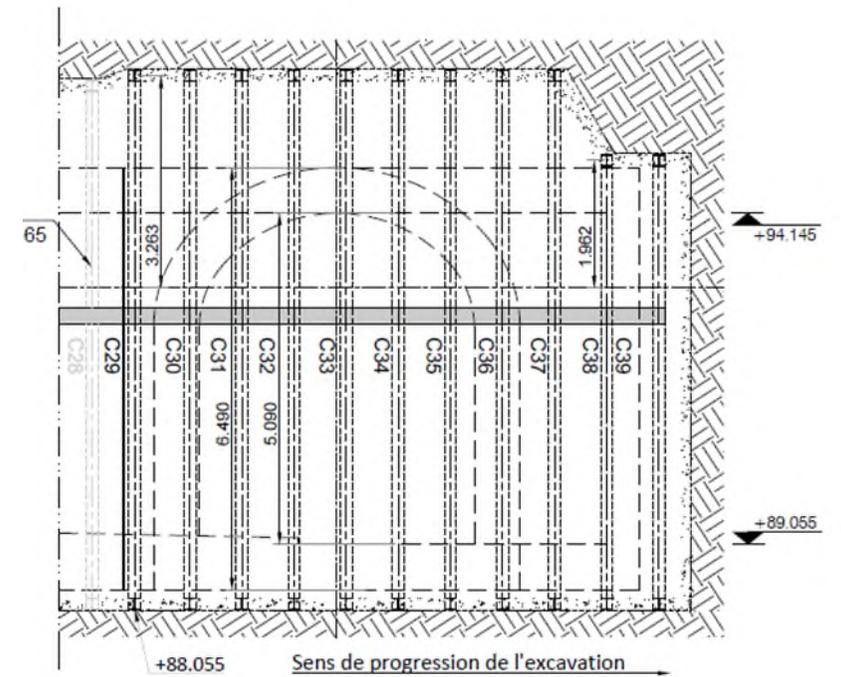
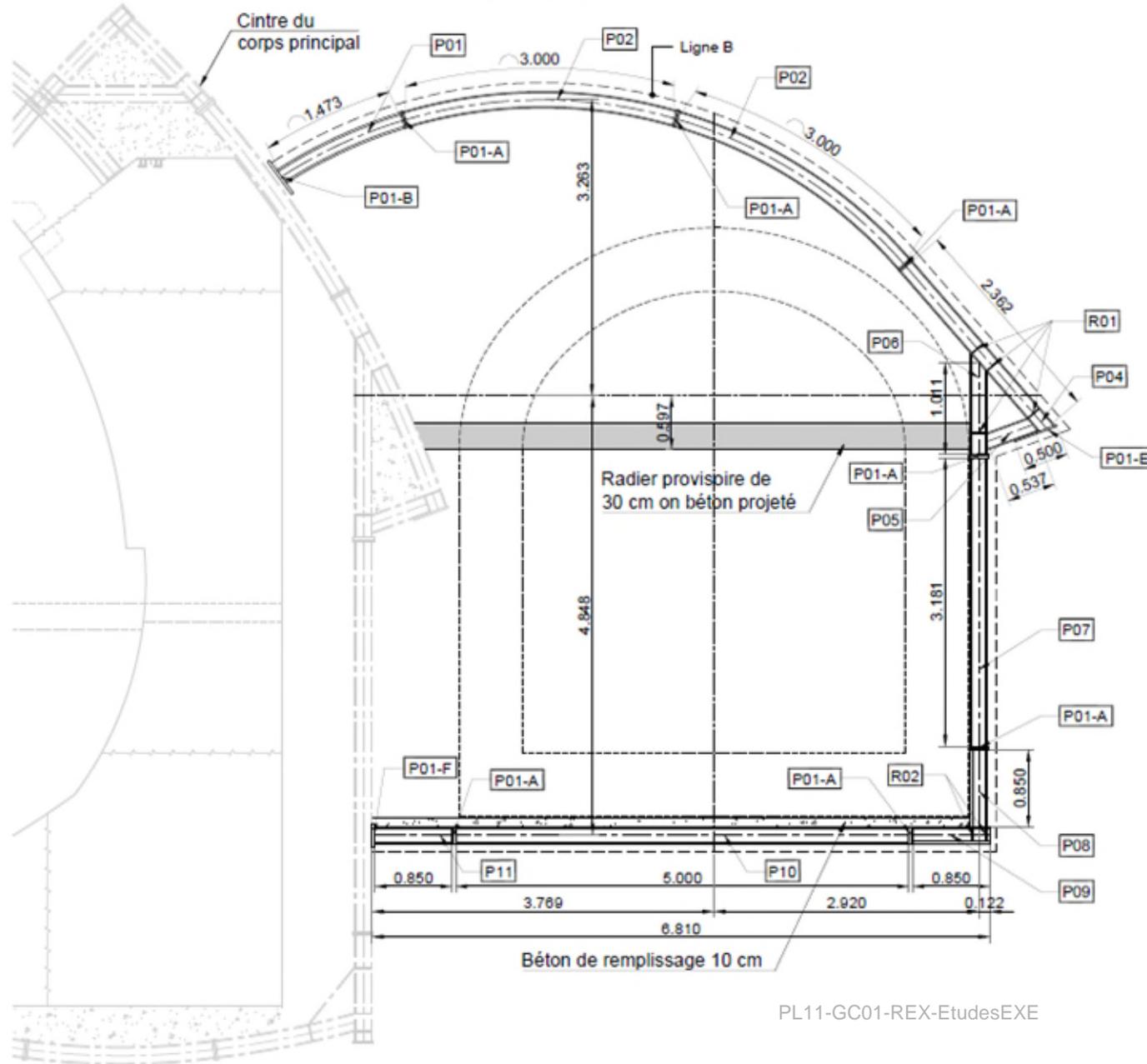


# Galeries d'amorce à Place Carnot

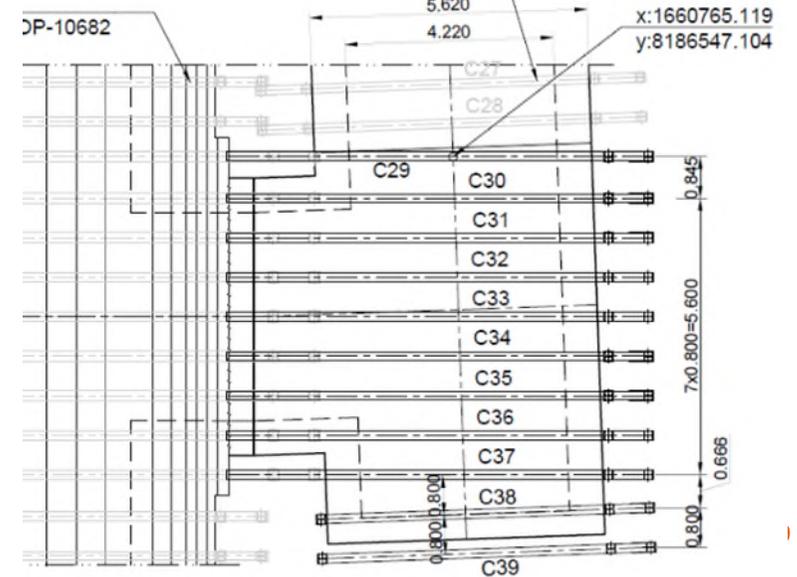


Section élargies  
Cintres C29-C37  
Echelle : 1/50

# Place Carnot



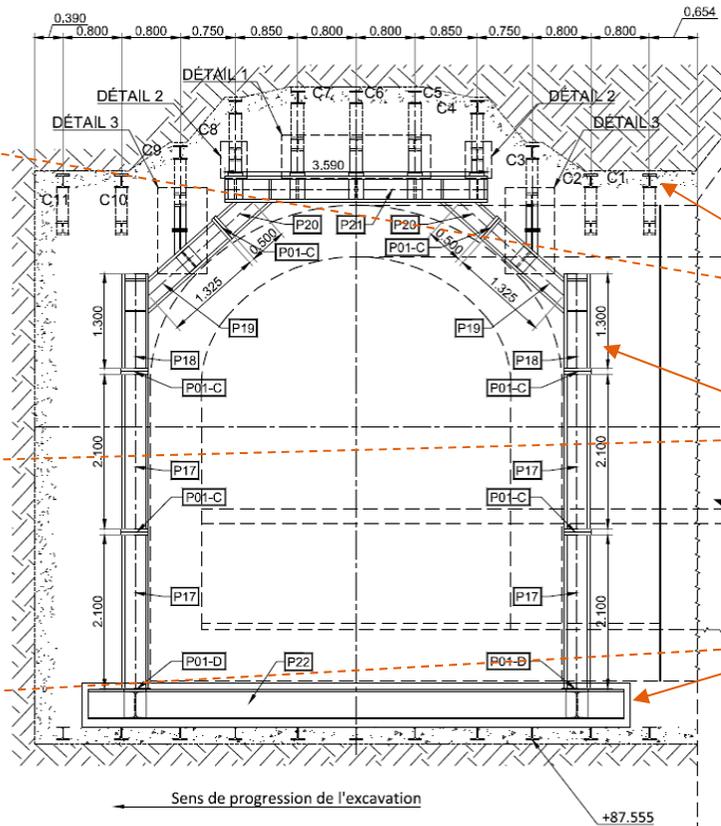
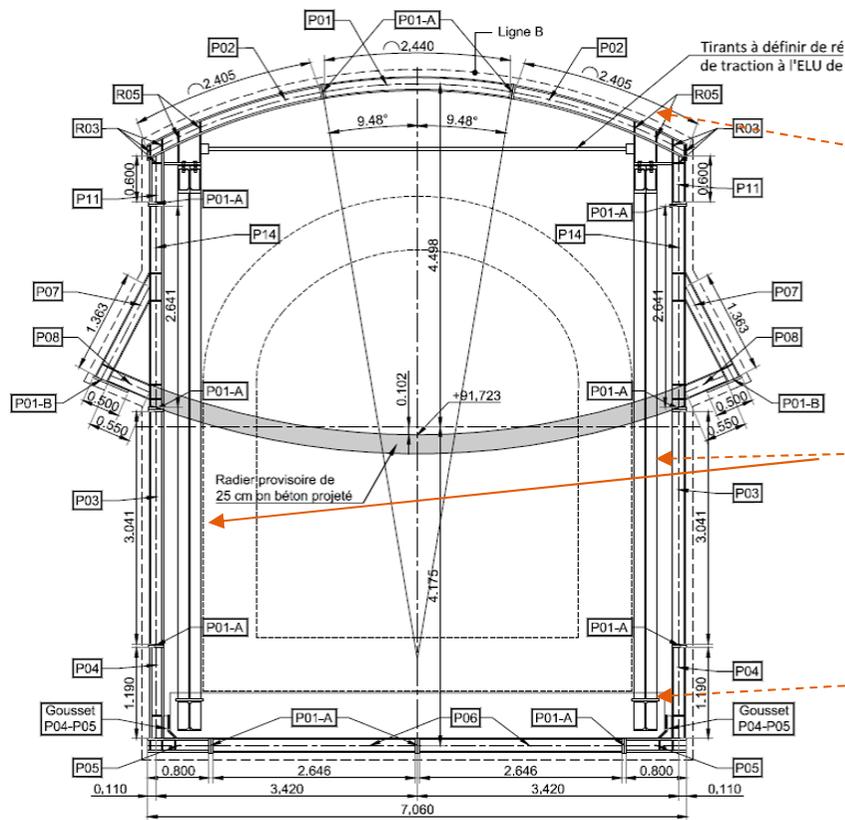
Voir plan:  
PL11-ALL-EXE-11025-GC1-NST-POP-10565



# Place Carnot



# Variante à La Dhuys de Galerie d'amorce



Soutènement de la galerie

Portique HEM320 non bloqué par du béton projeté

Dalle mixte pour supporter les 4 appuis des deux portiques







# Couloir accès secondaire DH



# Couloir accès secondaire DH



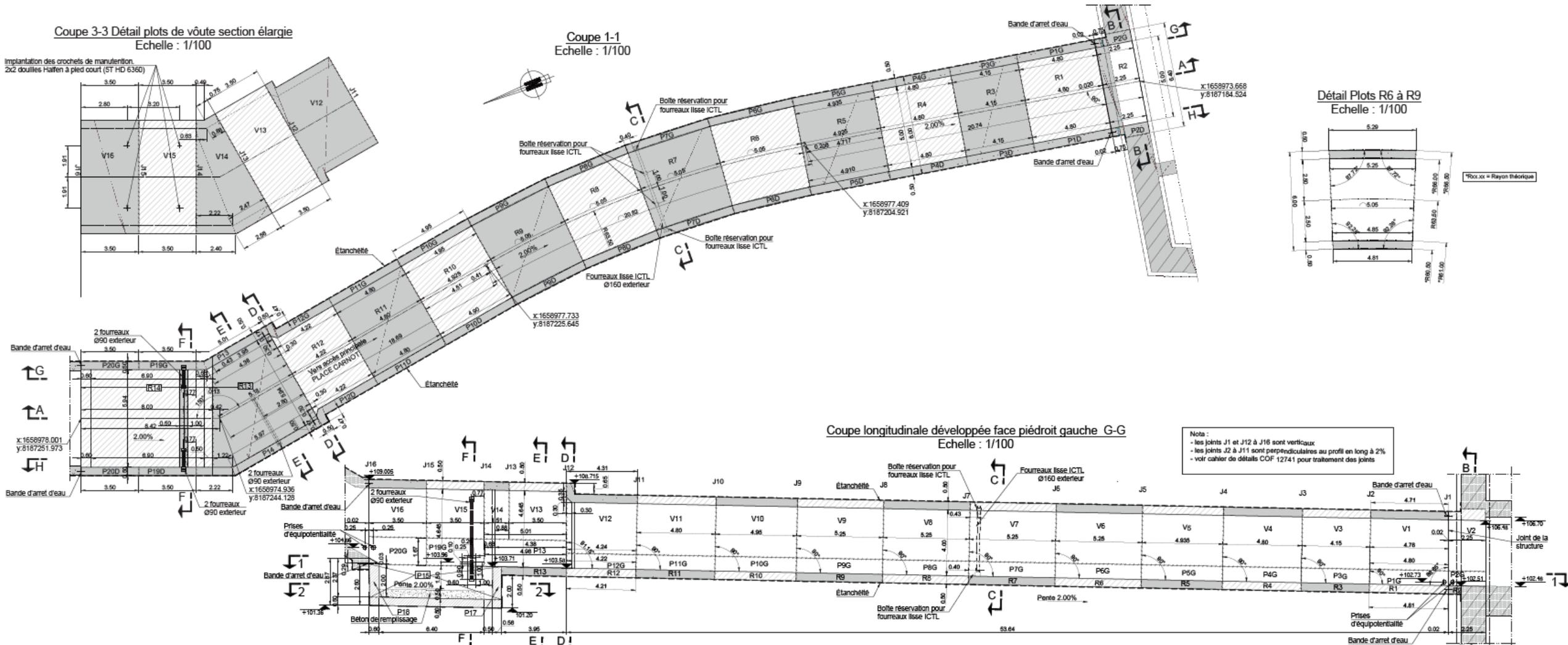
# Couloir accès secondaire DH

Coupe 3-3 Détail plots de voute section élargie  
Echelle : 1/100

Coupe 1-1  
Echelle : 1/100

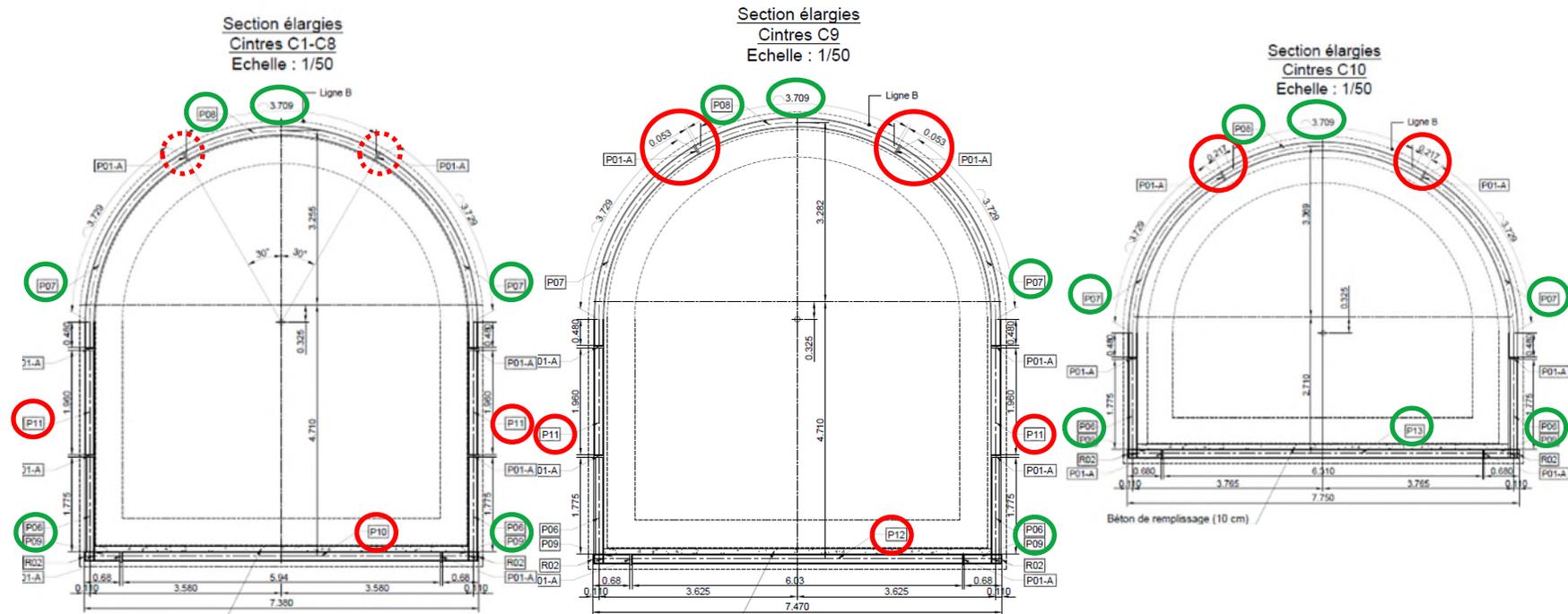
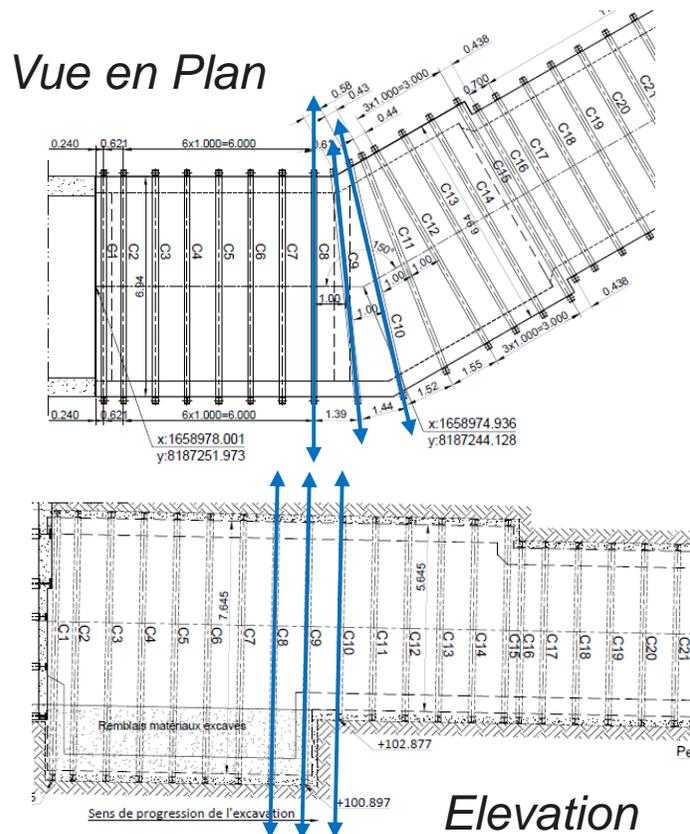
Détail Plots R6 à R9  
Echelle : 1/100

Coupe longitudinale développée face piedroit gauche G-G  
Echelle : 1/100



# Couloir accès secondaire DH

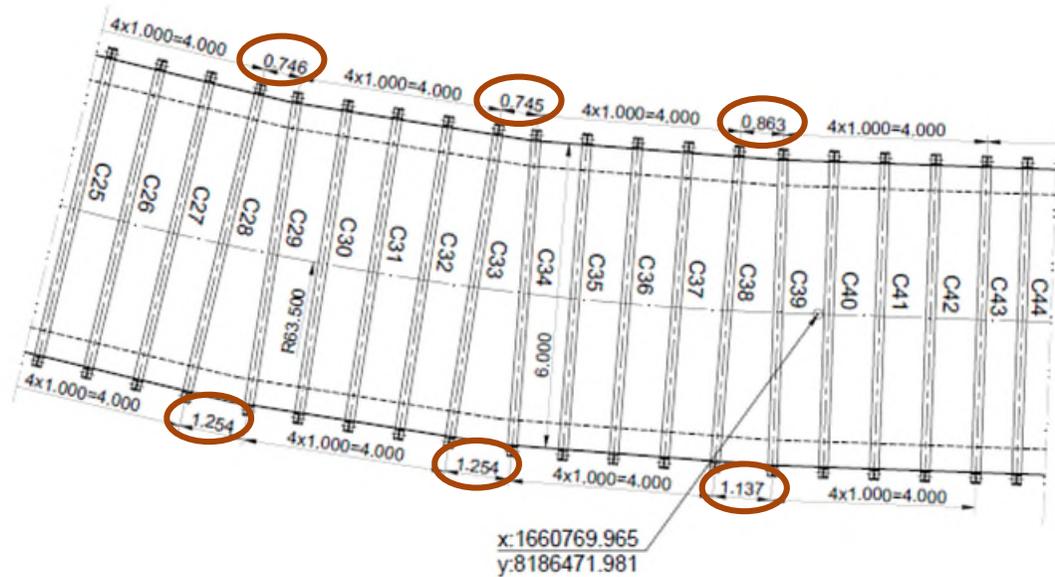
Gestion d'un angle abrupt : adaptation de la longueur droite de 50 cm due à la fabrication du cintre pour les éléments de voute (vert = inchangé ; rouge = modifié)



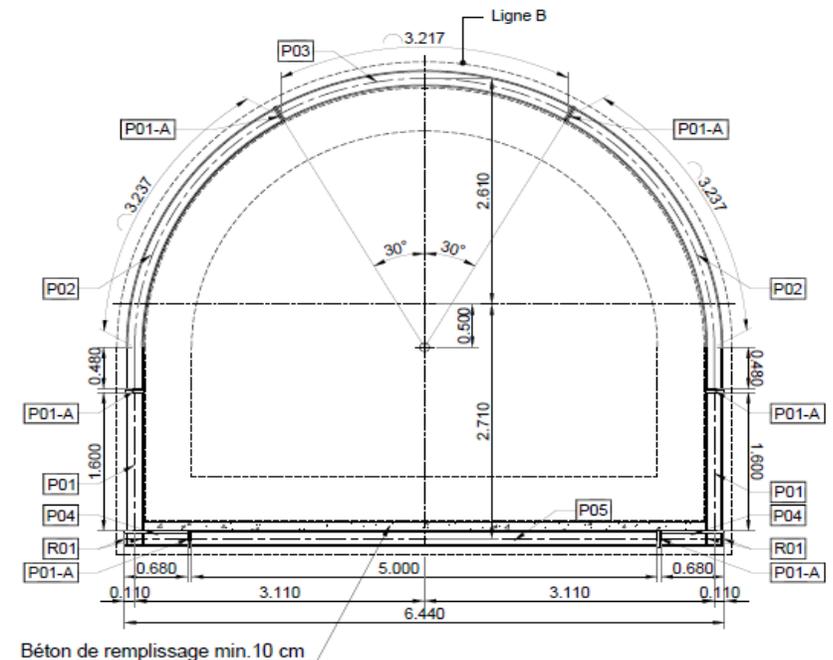
# Couloir accès secondaire DH

Gestion d'un angle plus léger : mise en place en pincement afin de toujours garder exactement la même section type de cintre (facilité si revêtement prévu avec facettes). Espacement constant à l'axe

VUE EN PLAN IMPLANTATION - CINTRES  
PARTIE 2 (C25 à C44)  
 Echelle : 1/100



Section courante  
Cintres C1-C82  
 Echelle : 1/50



MERCI POUR VOTRE ATTENTION



## ■ Revue Travaux

- Janvier/Février 2021 : n° 966 focalisé sur la station La Dhuis
- Mars 2023 : n° 985 focalisée sur le tunnel au tunnelier
- *NB : juin 2021 numéro 977 avec 2 autres articles sur la ligne 11 en dehors du lot GC01*

## ■ CFMS

- 2018 : Revue Française de Géotechnique - Détermination de la fenêtre de pilotage de la pression de confinement d'un tunnelier fermé
- 2019 : Conférence sur la Dhuis : <https://www.youtube.com/watch?v=KAUd9g8l3Ck>

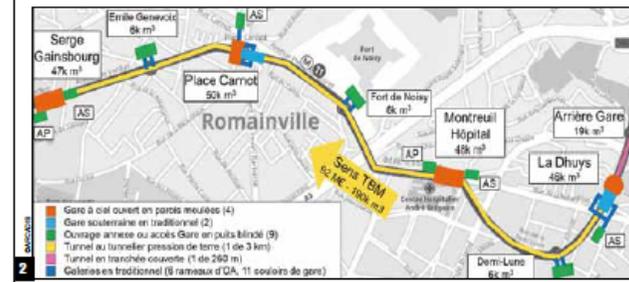
## ■ AFTES / AITES :

- 2019 : Congrès à Naples - A new analytical method to define the confinement pressure operation range for a closed TBM
- 2023 : Congrès à Paris - Prolongement de la ligne 11 du métro parisien - station souterraine Place Carnot - une caverne en site urbain
- 2025 : Article sur La Dhuis et Place Carnot dans le future TES 290 special cavernes

### PROLONGEMENT À L'EST DE LA LIGNE 11 À PARIS : STATION LA-DHUIYS

AUTEURS : GUILLAUME CHAMPAGNE DE LABRIOLLE, RESPONSABLE DES ÉTUDES REVÊTEMENT, ARCADIS -  
OLIVIERA SEDRATI, INGÉNIEUR MODÉLISATION & SOUTÈNEMENT, ARCADIS - FRÉDÉRIQUE GOUY, DIRECTRICE DE PROJET, NGE GC -  
PHILIPPE JULLIEN, DIRECTEUR D'EXPLOITATION, DEMATHEU-BARD - ELVIS THELLOU, DIRECTEUR TECHNIQUE, NGE GC

SITUÉE AU CŒUR D'UN VERSANT SUR UNE EMPRISE TRÈS CONTRAINTE, LA STATION LA-DHUIYS DU PROLONGEMENT DE LA LIGNE 11 CONSTITUE UN DÉFI TECHNIQUE PARTICULIER. EN EFFET, C'EST À PARTIR DE CET OUVRAGE COMPLEXE QUI COMPREND UN Puits CIRCULAIRE DE 35 m DE DIAMÈTRE ET SURTOUT UNE PARTIE SOUTERRAINE RÉALISÉE EN MÉTHODE CONVENTIONNELLE DE SECTION SUPÉRIEURE À 200 m<sup>2</sup>, AVEC UNE COUVERTURE ÉGALE À SA HAUTEUR, QUE LE TUNNELIER VA LANCER SA COURSE DE 3 km.



#### CONTEXTE GÉOTECHNIQUE

Lors des campagnes géotechniques, de nombreuses anomalies géotechniques ont été décelées sans pouvoir nécessairement en caractériser l'origine. Ceci n'était néanmoins pas surprenant car les zones de versant sont naturellement plus sujettes à des phénomènes d'altération et de comportement hétérogènes par rapport aux autres ouvrages du GC01 situés sur le plateau.

Le contexte géologique est caractérisé schématiquement par la succession suivante (de haut en bas sur la figure 4) :

→ Remblais : les remblais ont été