

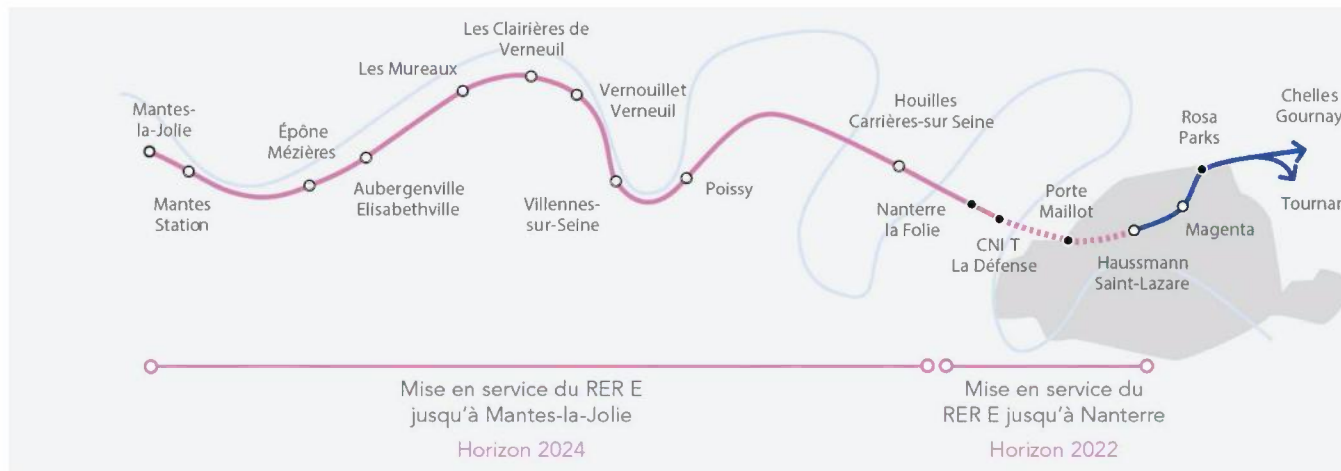
**16.10.2020**

# Réalisation du projet EOLE dans le secteur CNIT-La Défense : près de 700 m de reprise en sous-œuvre et d'ouvrages souterrains hors norme

Michel Pré

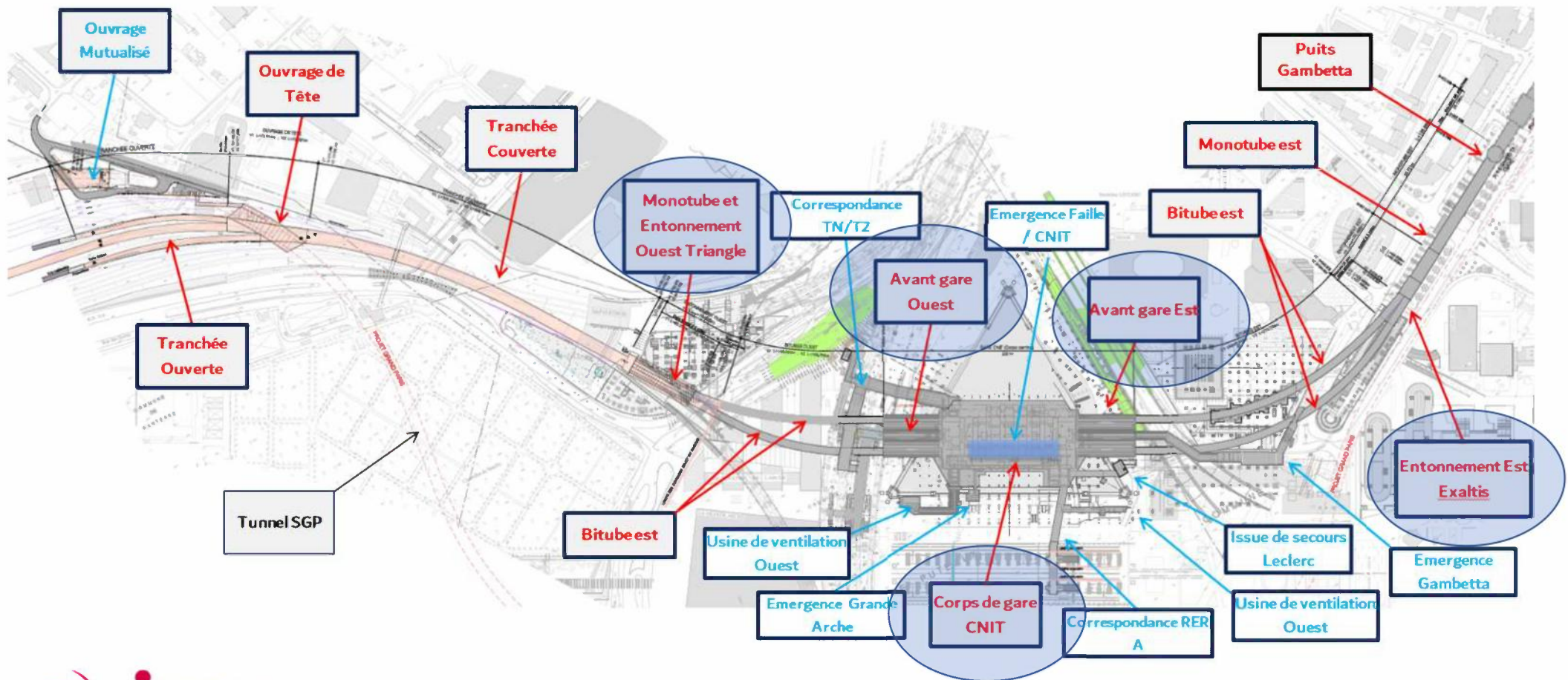


# L'ensemble du projet EOLE



- ❖ Réaménagement d'une ligne existante entre Mantes-la-Jolie et La Défense sur 47 kilomètres
- ❖ Percement d'un nouveau tunnel d'environ 8 km entre La Défense et Haussmann-Saint-Lazare (terminus actuel du RER E)
- ❖ Création de 3 nouvelles gares (Porte Maillot, La Défense-CNIT et Nanterre-La Folie)

# Les ouvrages du secteur CNIT – La Défense

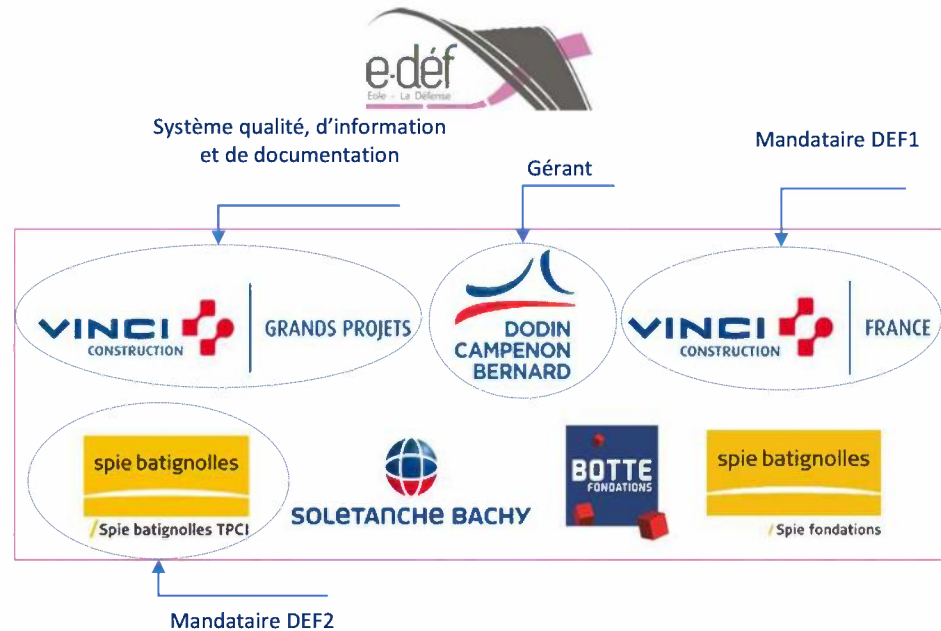


# Secteur CNIT – La Défense : marché génie civil

## MAITRISE D'OUVRAGE



## GROUPEMENT ENTREPRISES



## MAITRISE D'OEUVRE

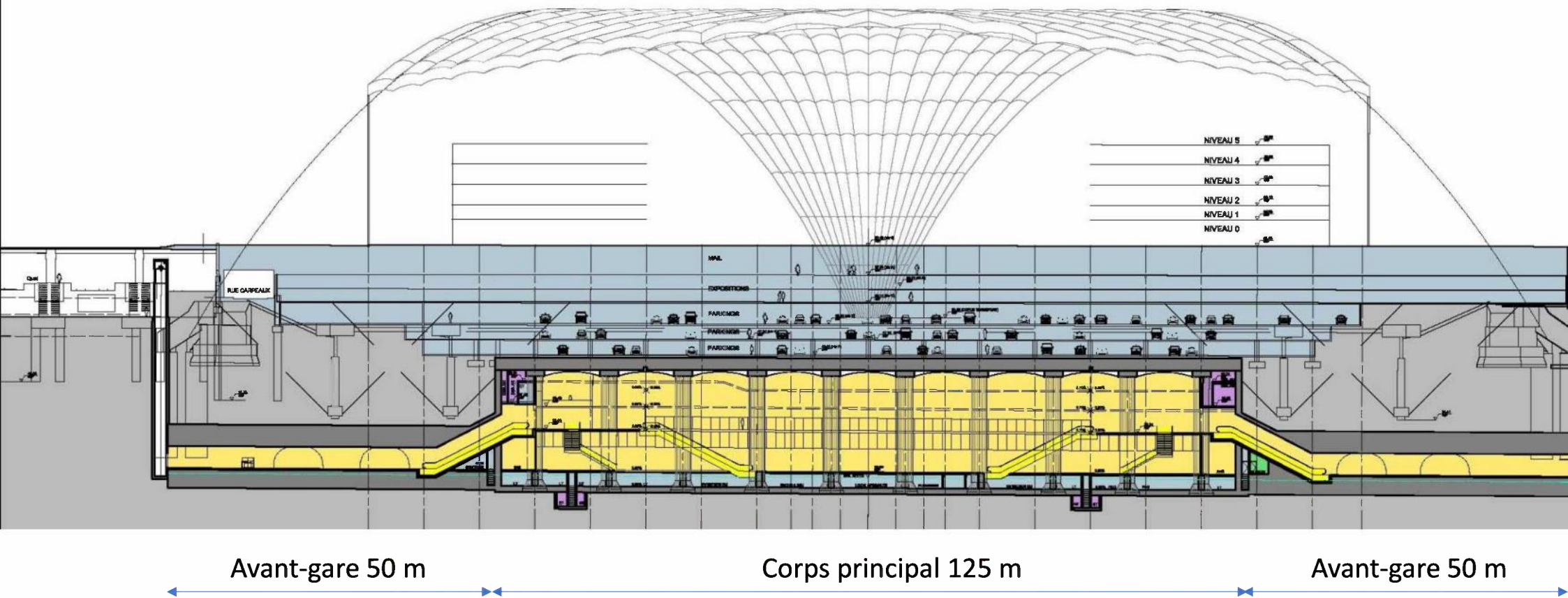


# Corps principal de la Gare

Reprise en sous-œuvre exceptionnelle, tant par ses dimensions que par son contexte



# L'ensemble de la gare dans son environnement



## Deux grands enjeux

- ❑ Garantir l'intégrité de la voûte du CNIT
  - Analyse de la structure afin d'identifier sa sensibilité
- ❑ Reprendre en sous-œuvre les bâtiments et parkings existants, tout en maintenant leur exploitation
  - Phasage de construction permettant, en toutes phases, une maîtrise sécurisée des tassements

Le CNIT

Aspect extérieur

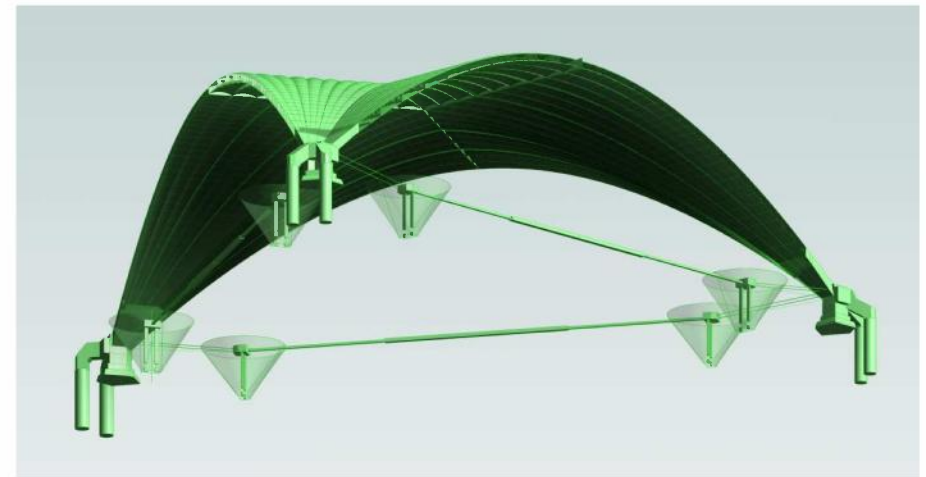


Aspect intérieur



# Analyse de la structure de la voûte du CNIT

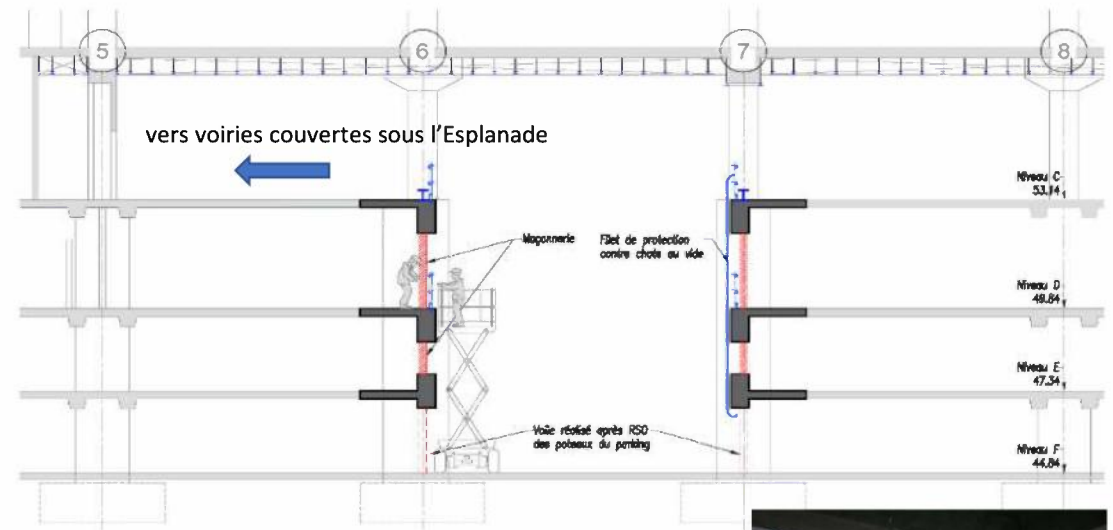
- Une voûte en double coque mince de béton armé (légèrement)
- Des appuis stabilisés par un double système de butées et de tirants
- La construction date de 1957-1958.
- La portée entre appuis (220 m) reste un record mondial inégalé.
- Le béton et les tirants précontraints sont en parfait état
- L'intégrité de la voûte reste sensible aux mouvements de rotation des culées



- Éloigner au maximum les excavations des trois appuis de la voûte et des « cônes de stabilisation » des tirants
- Éviter les déformations horizontales des parois des excavations



# Étape zéro de la reprise en sous-œuvre Préparation de l'accès au dernier sous-sol du parking: la « Faille »



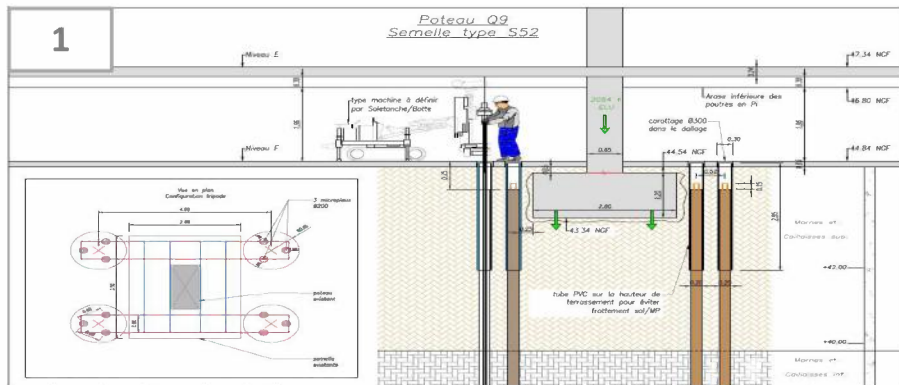
« sarcophage » acoustique



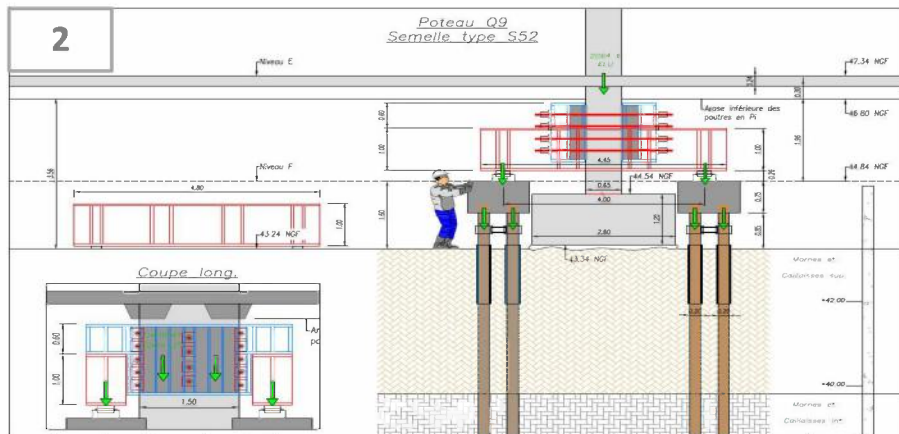
sciage et hydrodémolition



# Phasage de la reprise en sous-œuvre

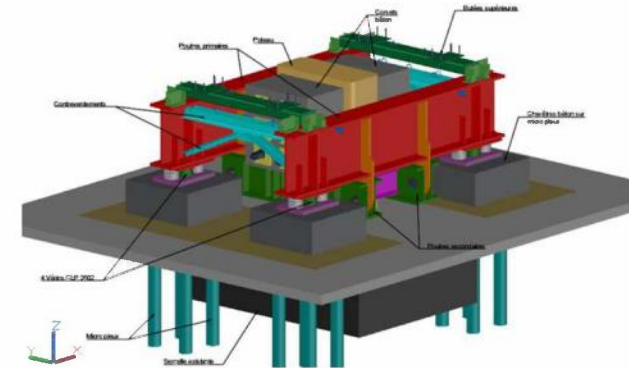


**Phase 1:** Micropieux sous faible gabarit (15 km ; 1600 u)



**Phase 2:**

- Mise en place de la structure de RSO
- Corsets béton précontraints ( $\approx 1000$  barres)
- Charpentes métalliques ( $\approx 1500t$ )
- Vérins ( $\approx 700u$ )
- Chevrete de têtes micropieux



Corsets : bétonnage



mise en précontrainte



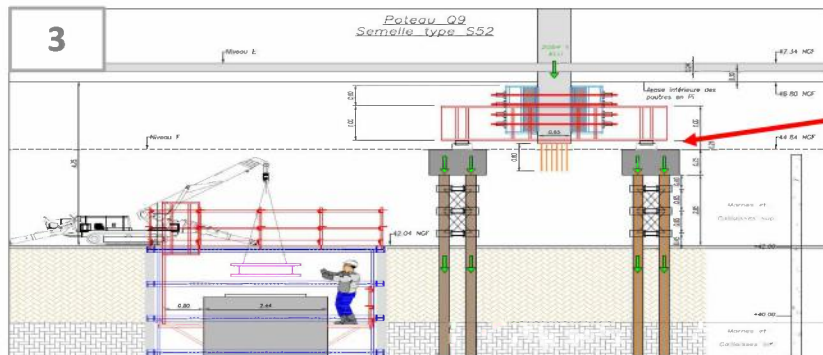
Charpente sur vérins





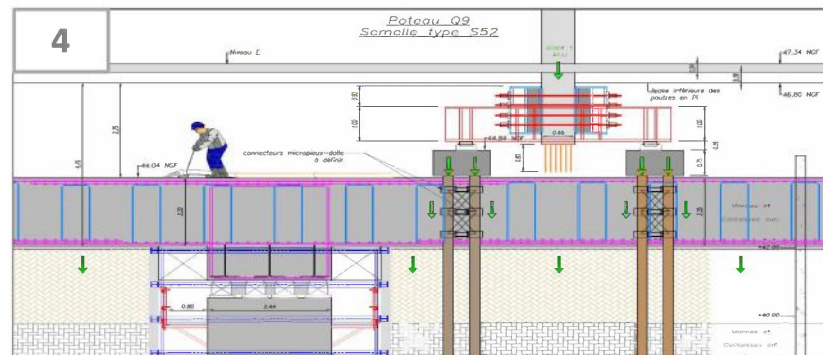


# Phasage de la reprise en sous-œuvre



## Phase 3 :

- Transfert des charges sur les MPX via les vérins  
**[mise en charge V1]**
- Sciage des pieds des poteaux
- Pré-terrassement jusqu'à l'arase inférieure de la dalle de transfert
- Démolition des semelles

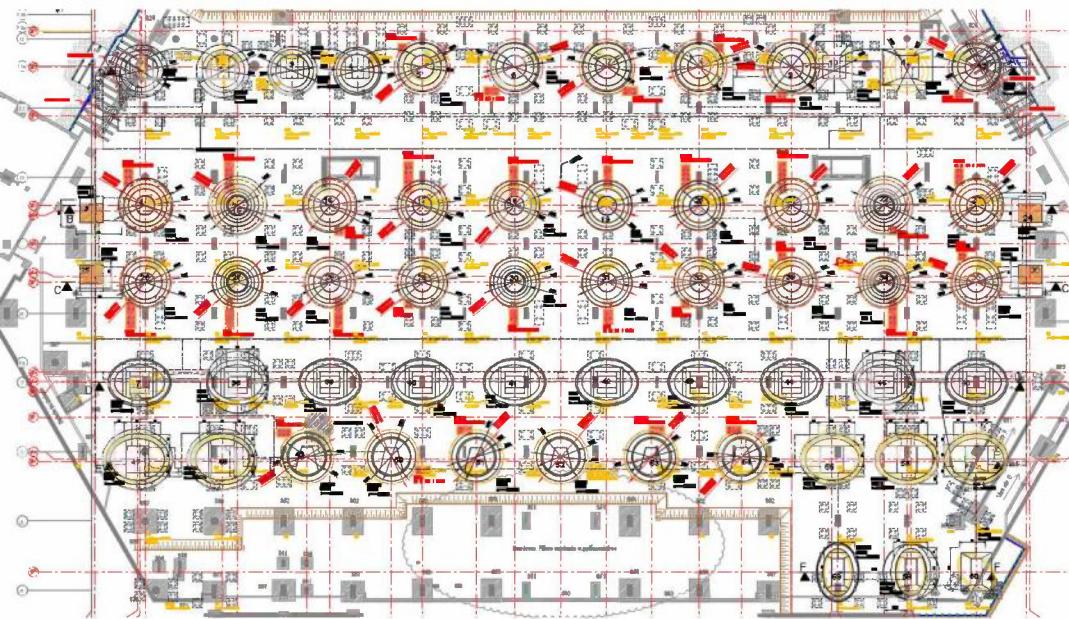


## Phase 4 :

- Terrassement des puits pour la réalisation des piliers de la gare (60u)
- Réalisation des piliers de la gare (60u)
- Ferrailage et bétonnage de la dalle de transfert ( $\approx 15\,000\text{ m}^3$ )



## Réalisation des piliers



Vue d'ensemble des 61 puits



Exemple d'implantation par rapport aux supports existants

## Réalisation des piliers

61 puits et 3 familles de piliers: circulaires, elliptiques et rectangulaires

Profondeur moyenne des puits : **19m** (entre 11 et 21m)

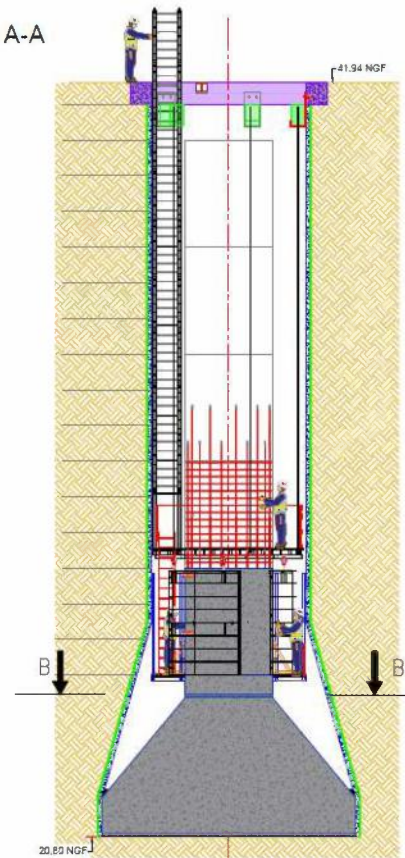
Diamètre moyen excavé des puits en partie courante : **4,5m** (entre 3,9 et 5,3m)

Diamètre moyen excavé des embases : **5,3m** (entre 4 et 6,6m<sup>2</sup>)

Hauteur moyenne des piliers : **17,5m** (entre 12 et 20,5m)

Diamètre des piliers courants : **2,5m**

COUPE A-A

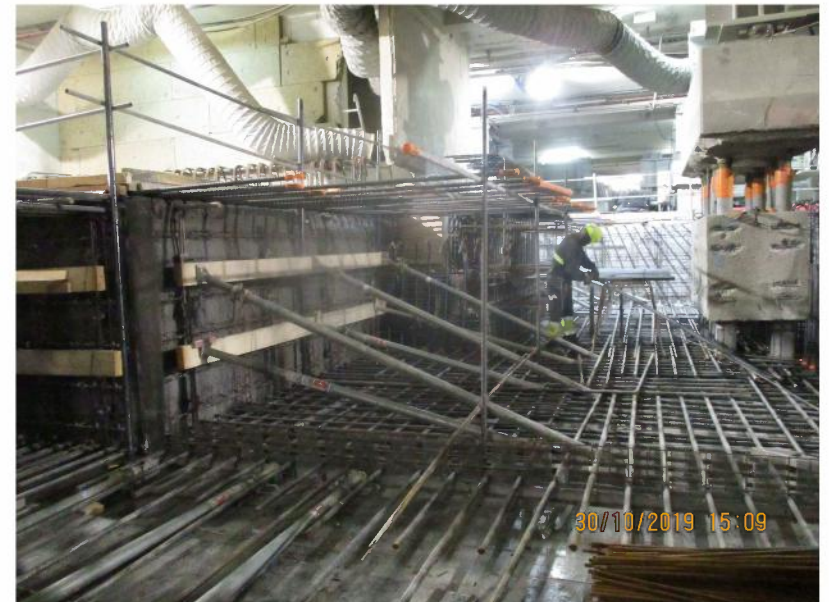




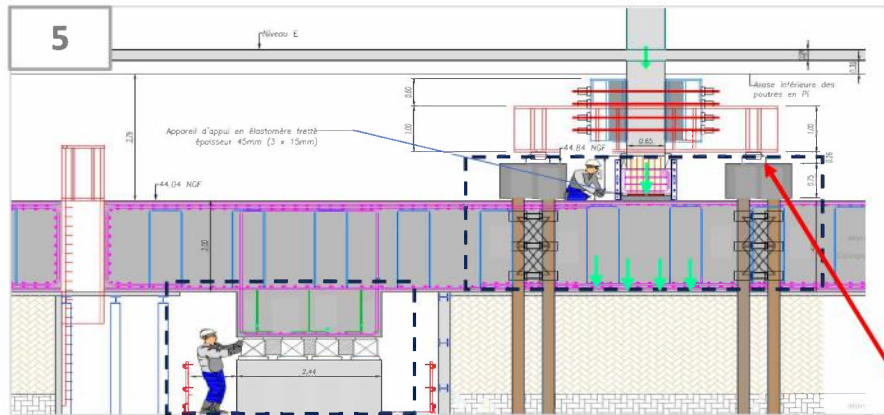
Vérins et camarteaux en tête de pilier



Ferrailage de la dalle de transfert



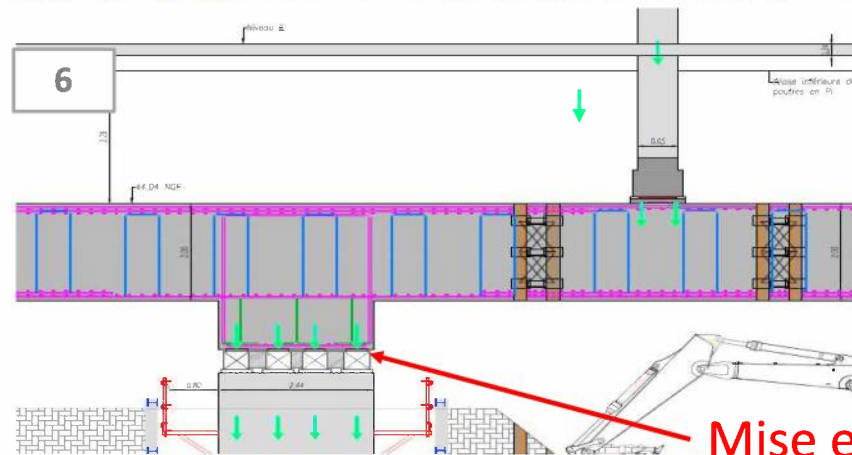
# Phasage de la reprise en sous-œuvre



## Phase 5 :

- Reconstruction des pieds des poteaux CNIT
  - Prédalles
  - Appuis néoprènes
  - Calage de l'altimétrie des poteaux avec des tôles
- Repose des poteaux CNIT sur la dalle de transfert [V2]

**Déchargement [V2]**



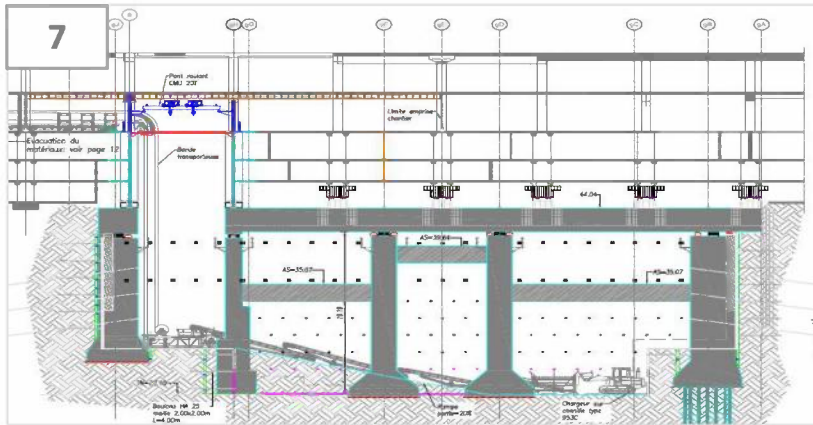
## Phase 6 :

- Transfert des charges de la dalle de transfert sur les piliers ( $\approx 400$  vérins de 400t à 600t) [V3]
- Démontage des structures provisoires

**Mise en charge [V3]**

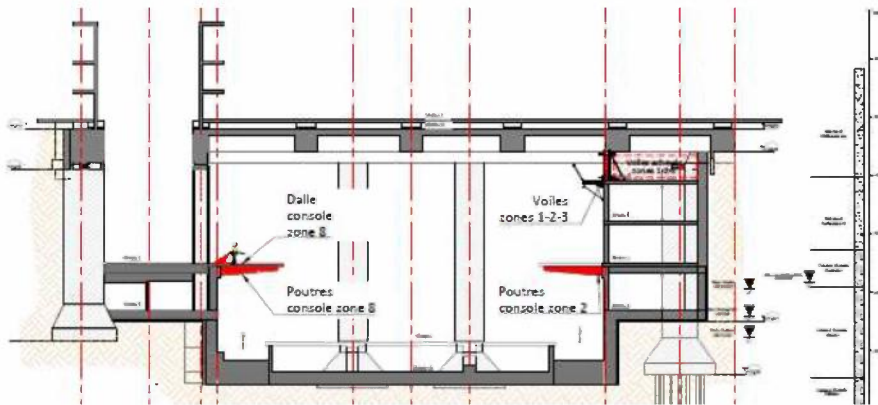


# Phasage de la reprise en sous-œuvre



## Phase 7 :

- Terrassement en taupe sous la dalle de transfert
- Réalisation à la descente des parois de la gare
- Réalisation du radier
- Réalisation des structures internes en remontant
- Calage et désactivation des vérins V3



En toutes phases, jusqu'à la désactivation finale, tout mouvement vertical mesuré sur les structures existantes est compensable par vérinage

## Les piliers se dégagent de leur gangue, préfiguration de l'aspect définitif

Vue récente du chantier (septembre 2020)



La vision de l'architecte de l'espace quai



# Avant-gares Ouest et Est

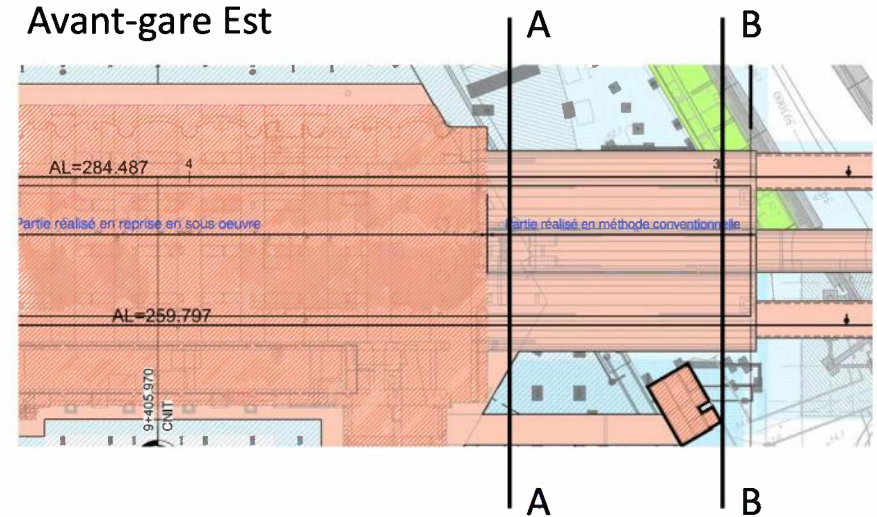
Une NATM revisitée à la mode parisienne



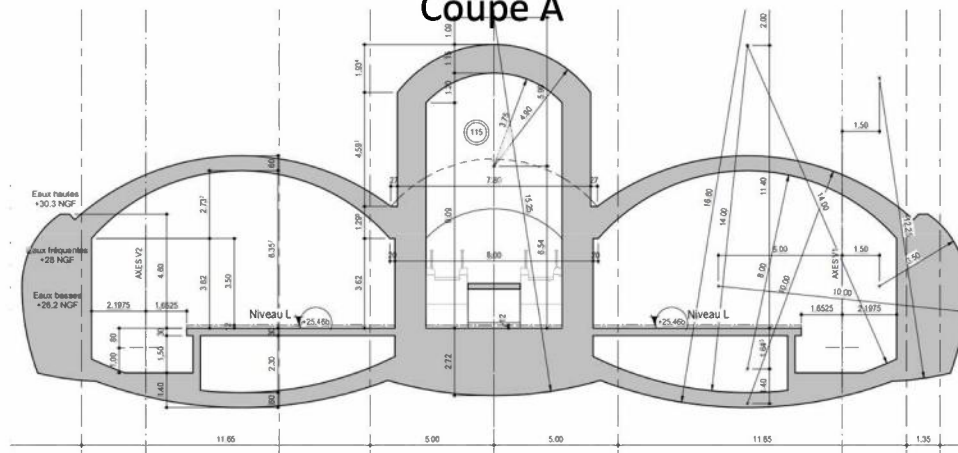
# Enjeux de la construction des avant-gares souterraines

Ouverture totale de l'ordre de 40 m sur 50 m de long, et supportant le tympan ouvert côté corps principal de la gare

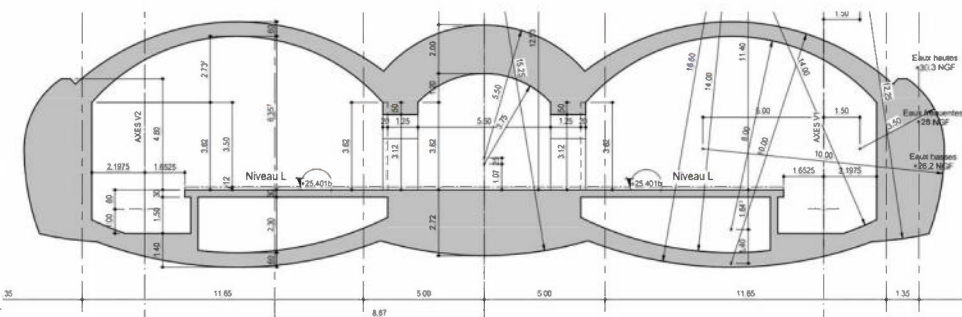
Avant-gare Est



Coupe A

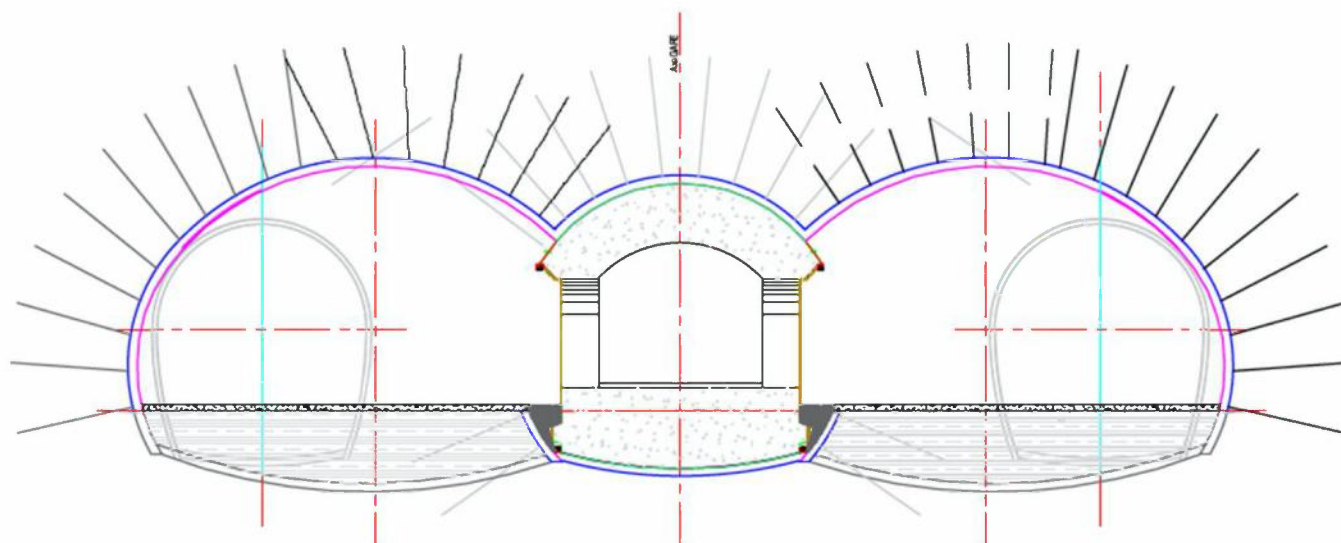
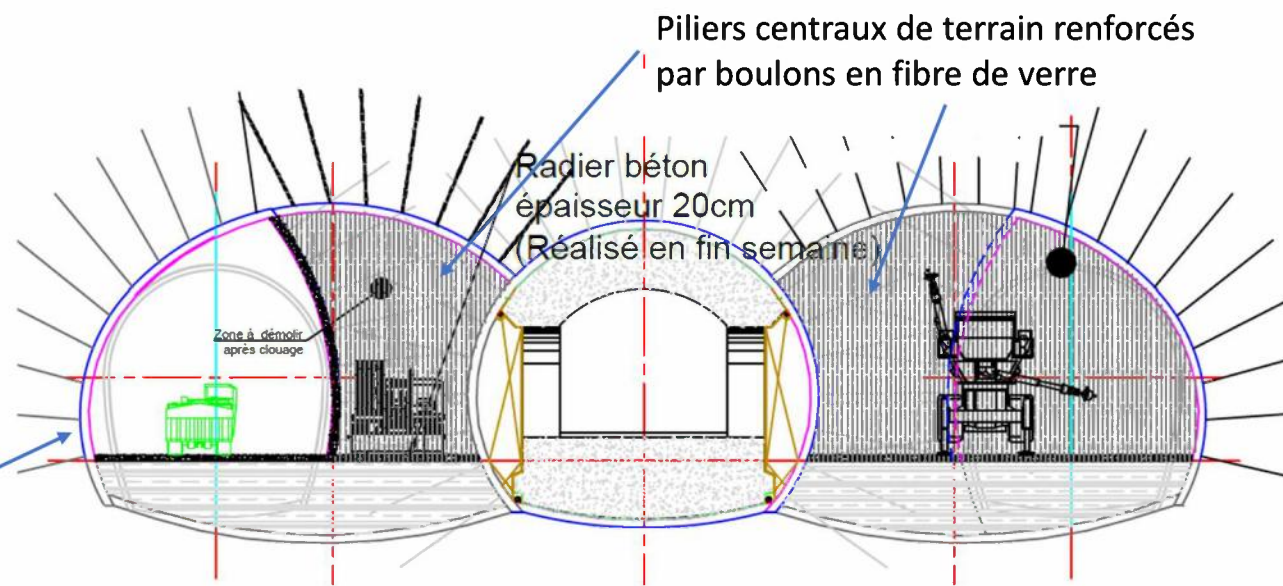


Coupe B

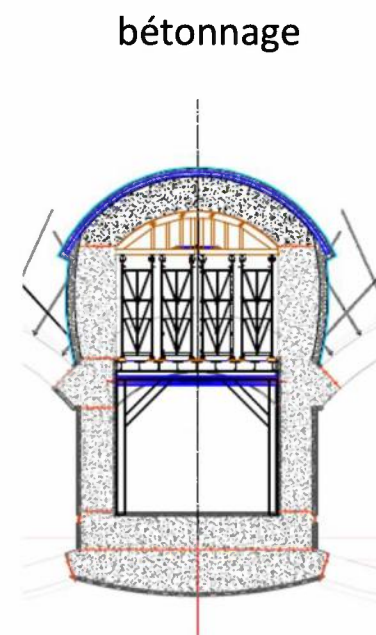
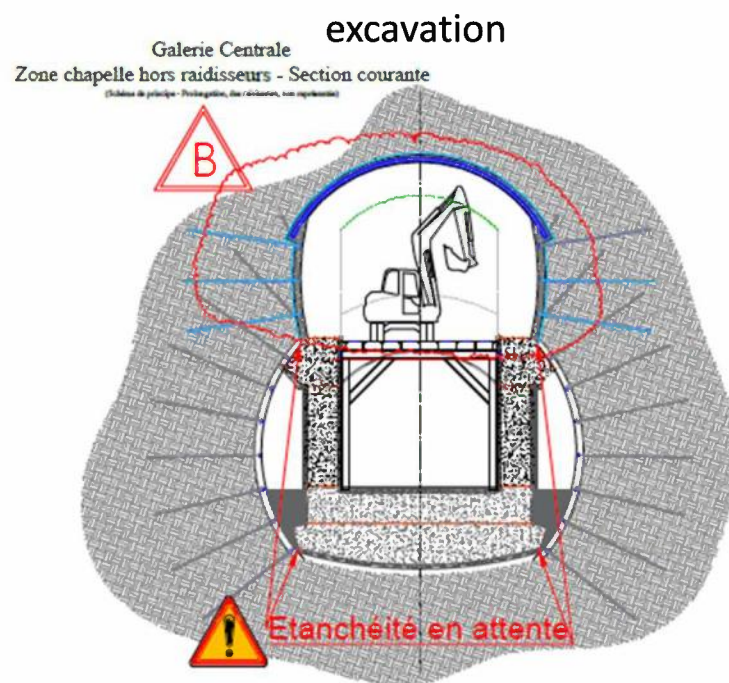


**Principe retenu :** grandes galeries latérales réalisées « en NATM » en commençant par des galeries ovoïdes latérales (soutènement par béton projeté et boulons), prenant appui sur la structure définitive coulée au préalable dans la galerie centrale.

*Cf. gare Haussmann-Saint-Lazare*

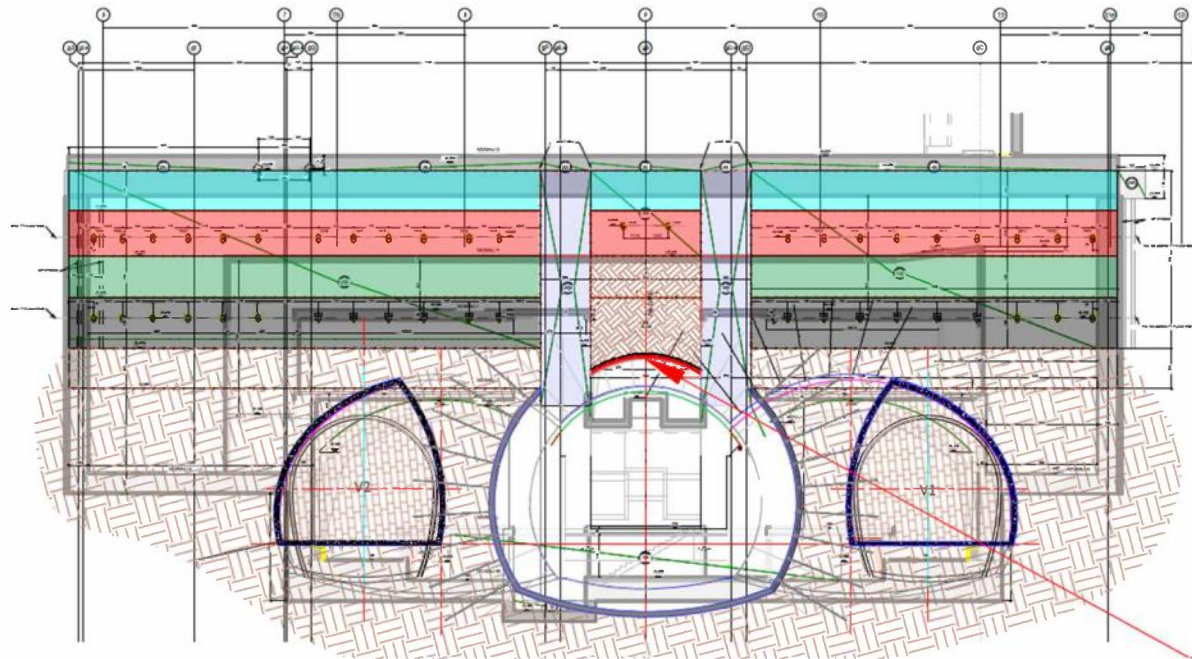


## Réhaussement de la structure centrale pour la remontée des escalators dans la gare





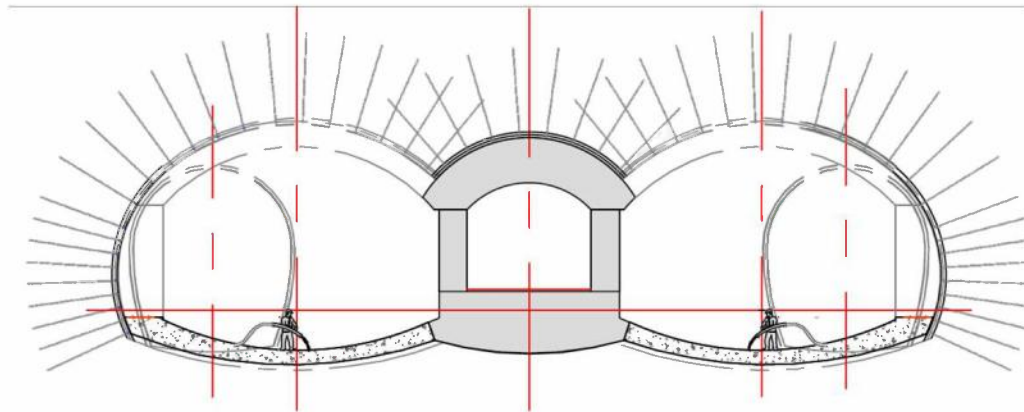
## Intégration à la reprise en sous-œuvre du tympan de la gare



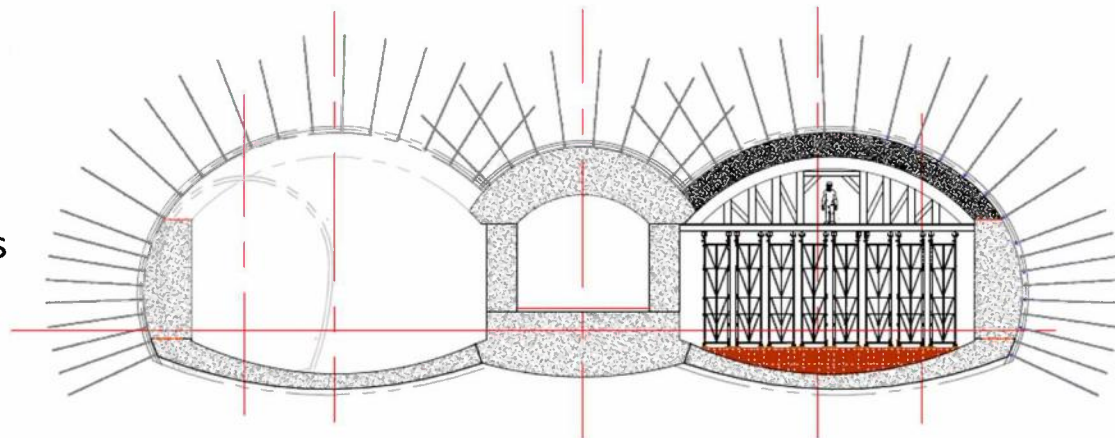
Les structures définitives du tympan et de l'avant-gare formeront un monolithe

## Réalisation du revêtement intérieur

radiers



piédroits et voûtes



# Entonnement Est : Passage sous la tour Exaltis

Une excavation de grandes dimensions à l'abri d'un dispositif d'injections de compensation



# Enjeu du passage sous la tour Exaltis

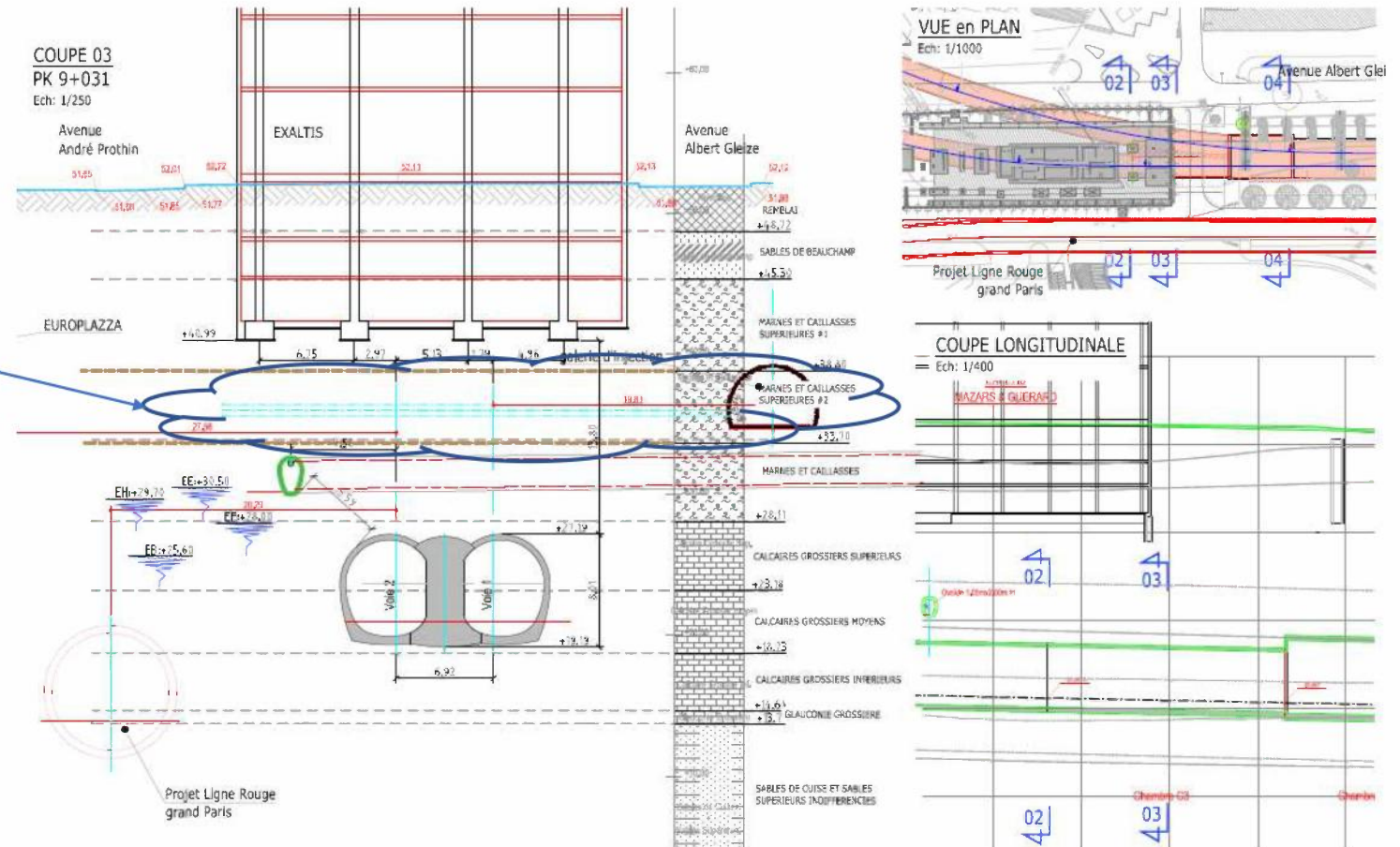
La tour Exaltis comporte 16 étages pour 72 m de hauteur, et 3 niveaux de sous-sol.

Fondations de la tour superficielles ou peu profondes non monolithiques.

Section complexe du tunnel à construire

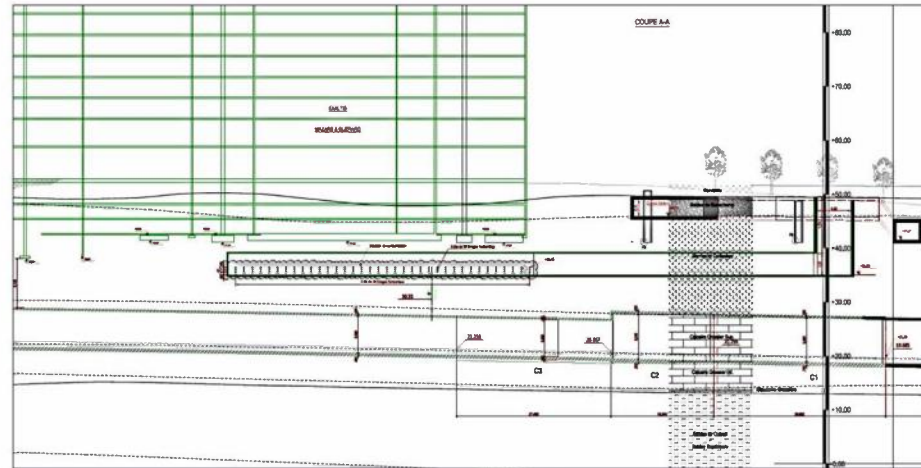


## Injections de compensation

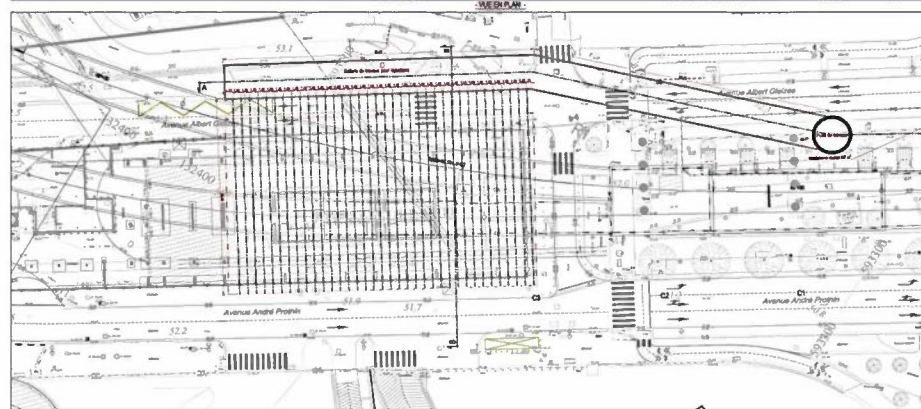


## Détails du dispositif d'injection de compensation

Galerie  $\approx 100$  m



Triple tapis de  
forages horizontaux  
 $\approx 50 \times 40$  m



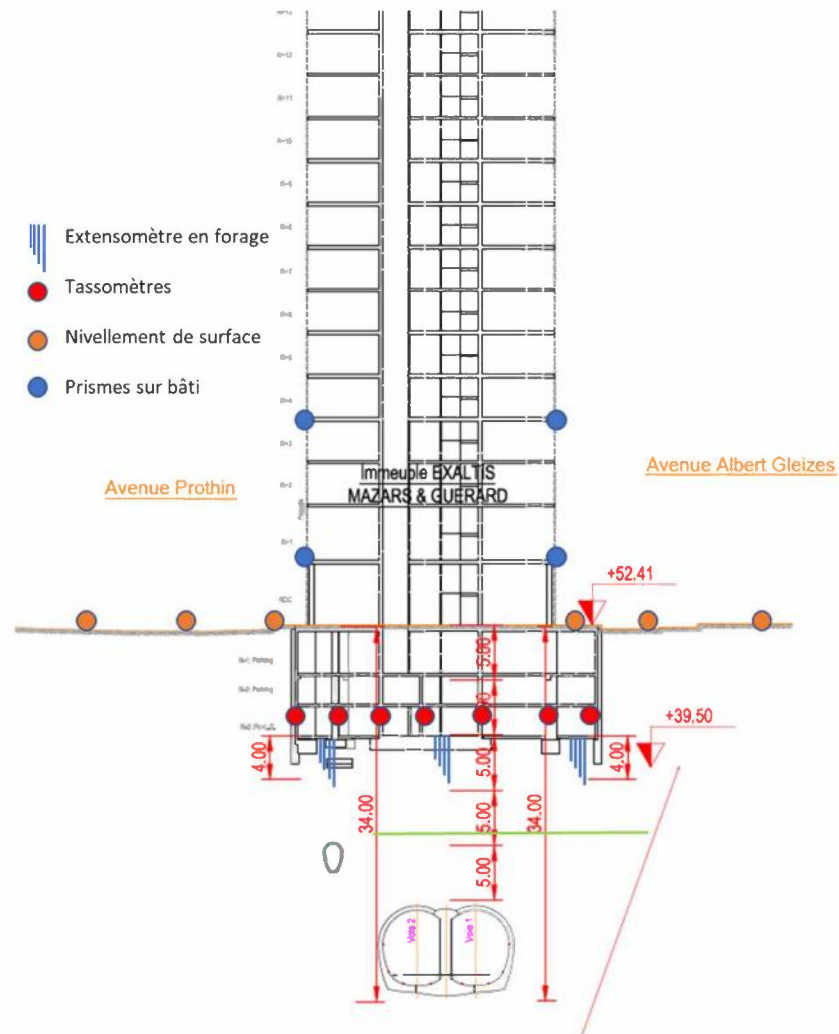




Travaux dans la galerie d'injection de compensation



## Dispositif de suivi



## Construction des tunnels sous les injections de compensation





# Entonnement Ouest

Le renouveau d'une méthode historique

## Enjeu de l'entonnement Ouest

Passage sous une paroi moulée, avec une couverture minimale (moins de 1 m dans la position la plus critique).

Cette paroi moulée ceinture un parking, ayant déjà fait l'objet de réparations de certaines fragilités.

Méthode adoptée minimisant par elle-même les déformations

### Le Tunnel sous la Manche CROSS-OVER FRANCE

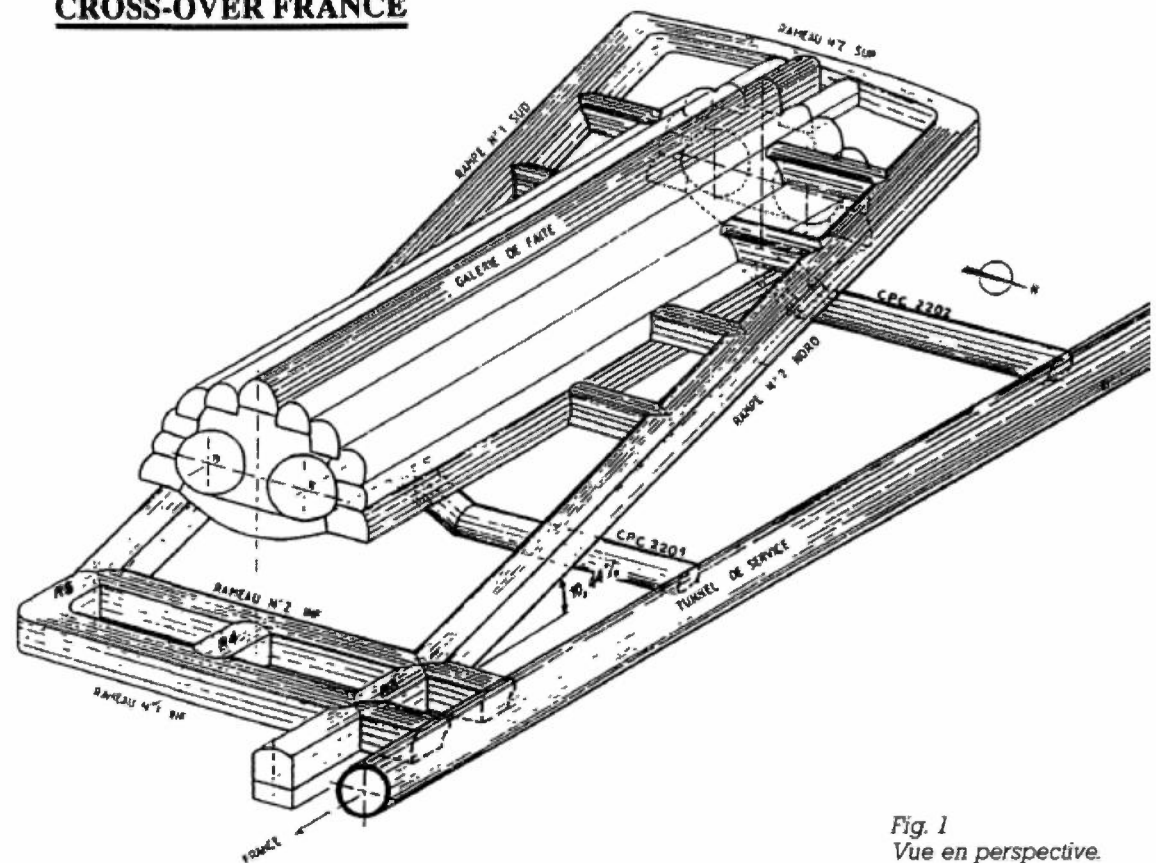
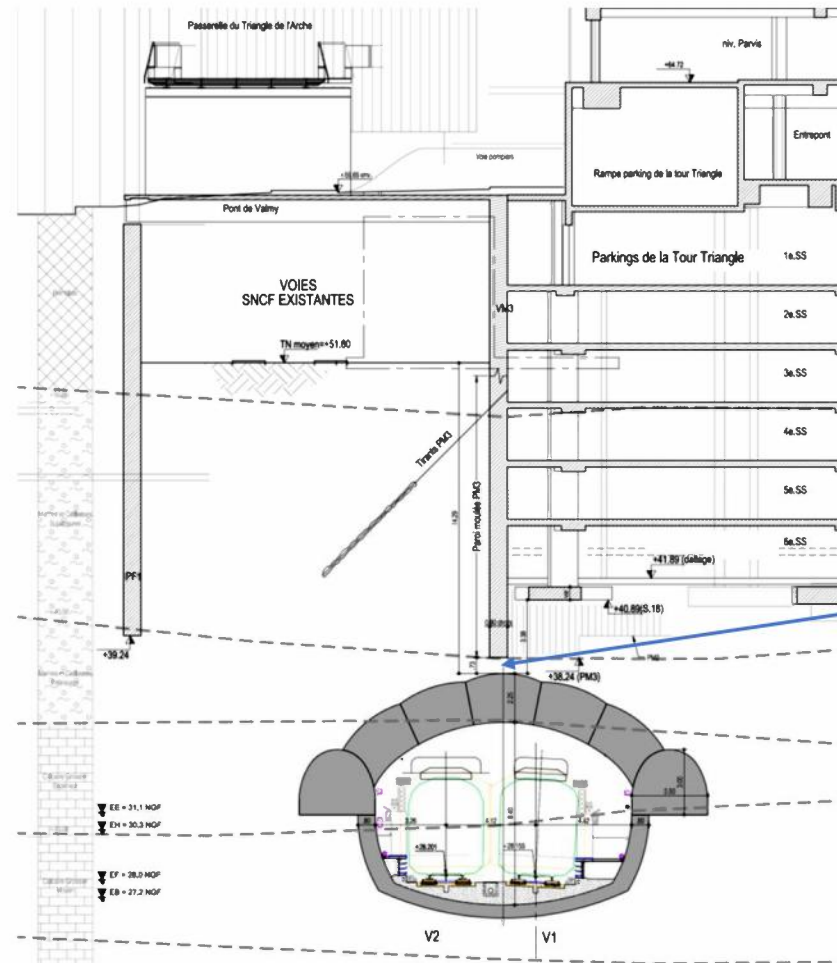


Fig. 1  
Vue en perspective.

Coupe transversale au point le plus critique vis-à-vis de la paroi moulée

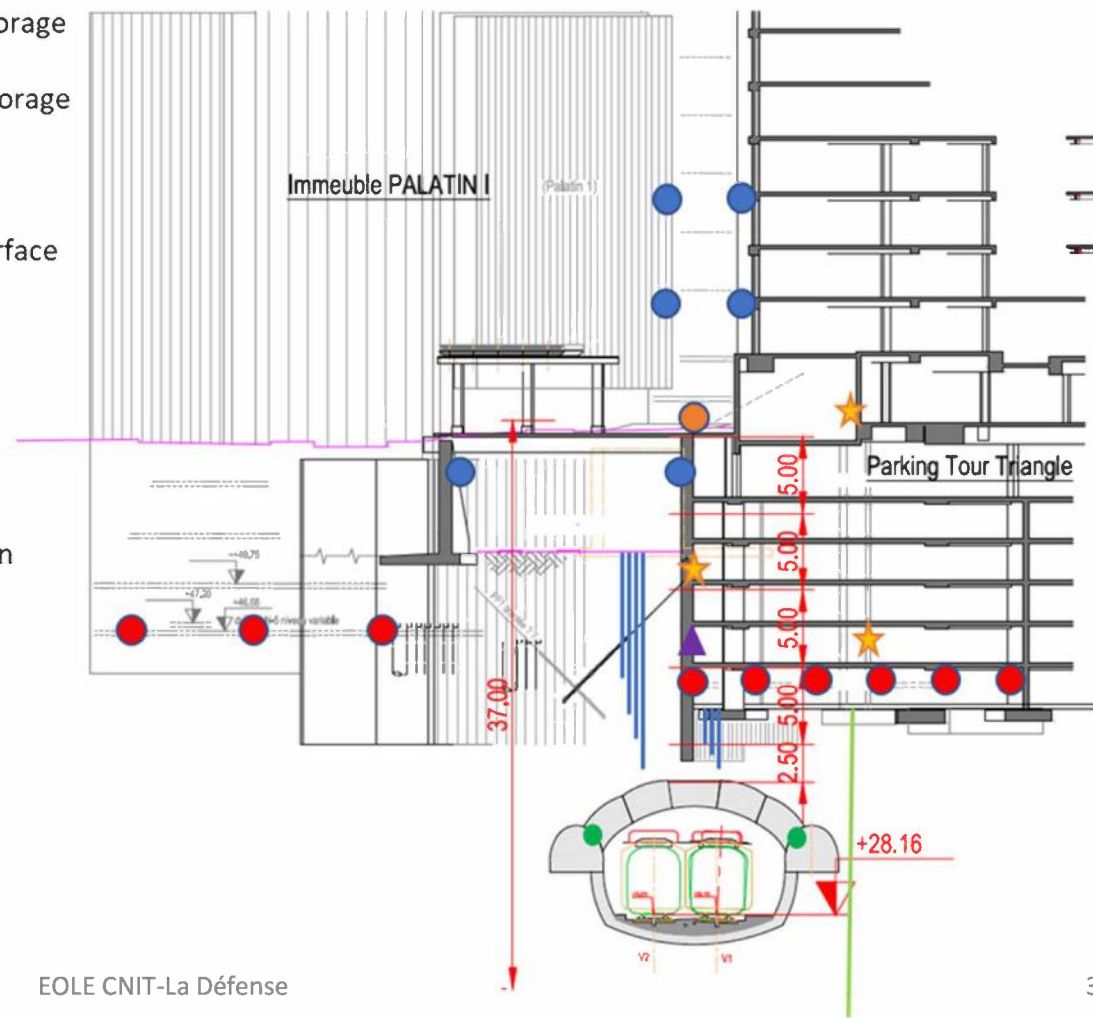


espace théorique 75 cm

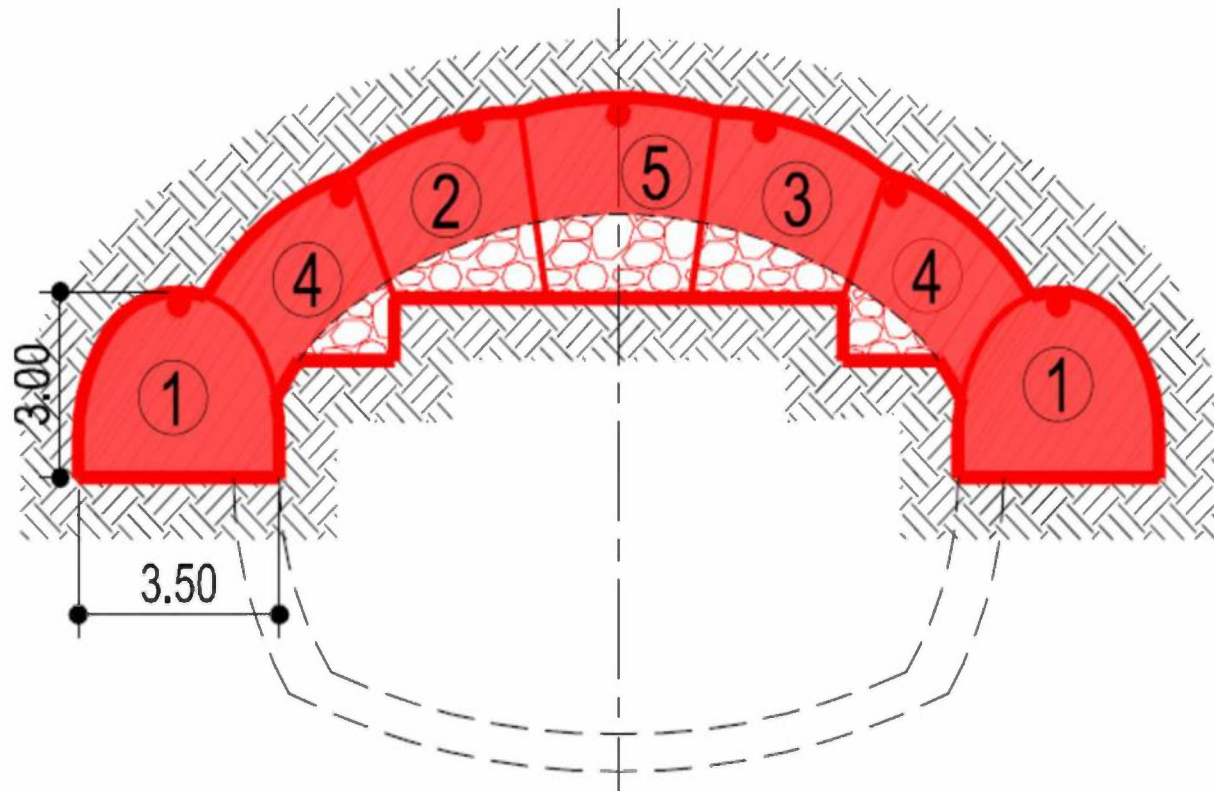


## Dispositif de suivi

- Inclinomètres en forage
- |||| Extensomètre en forage
- Tassomètres
- Nivellement de surface
- Prismes sur bâti
- ★ Fissuromètres
- ▲ Electronivelles
- Cellules de pression



## Cinématique de réalisation des petites galeries



Petite galerie G4'



Excavation de la demi-section inférieure



EOLE CNIT-La Défense





Merci pour votre  
attention !

---

Des questions ?

