

Reconfiguration des tunneliers aux spécificités du métro de Toulouse

Ligne C Lot 01 et 02

Du Grand Paris au métro de Toulouse

Maitre d'ouvrage :



Maitre d'oeuvre :



BONNEFOUS Vincent - EIFFAGE GC
SENECAL Fabrice - EFFAGE GC

Entreprises en
charge des travaux :



Lots 1 et 2



9

stations



13

km de tunnel



11

ouvrages annexes

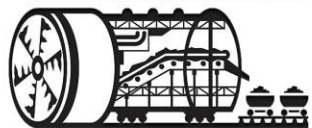


3

tunneliers EPB+



12,8 km de tunnel
500 ml de galerie en tradi



3 tunneliers à
pression de terre⁺ Slurry
(EPB+)



9 stations
10 ouvrages annexes
3 ouvrages spécifiques
12 rameaux

Montant des travaux : 822 M€

Béton : 335 000 m³

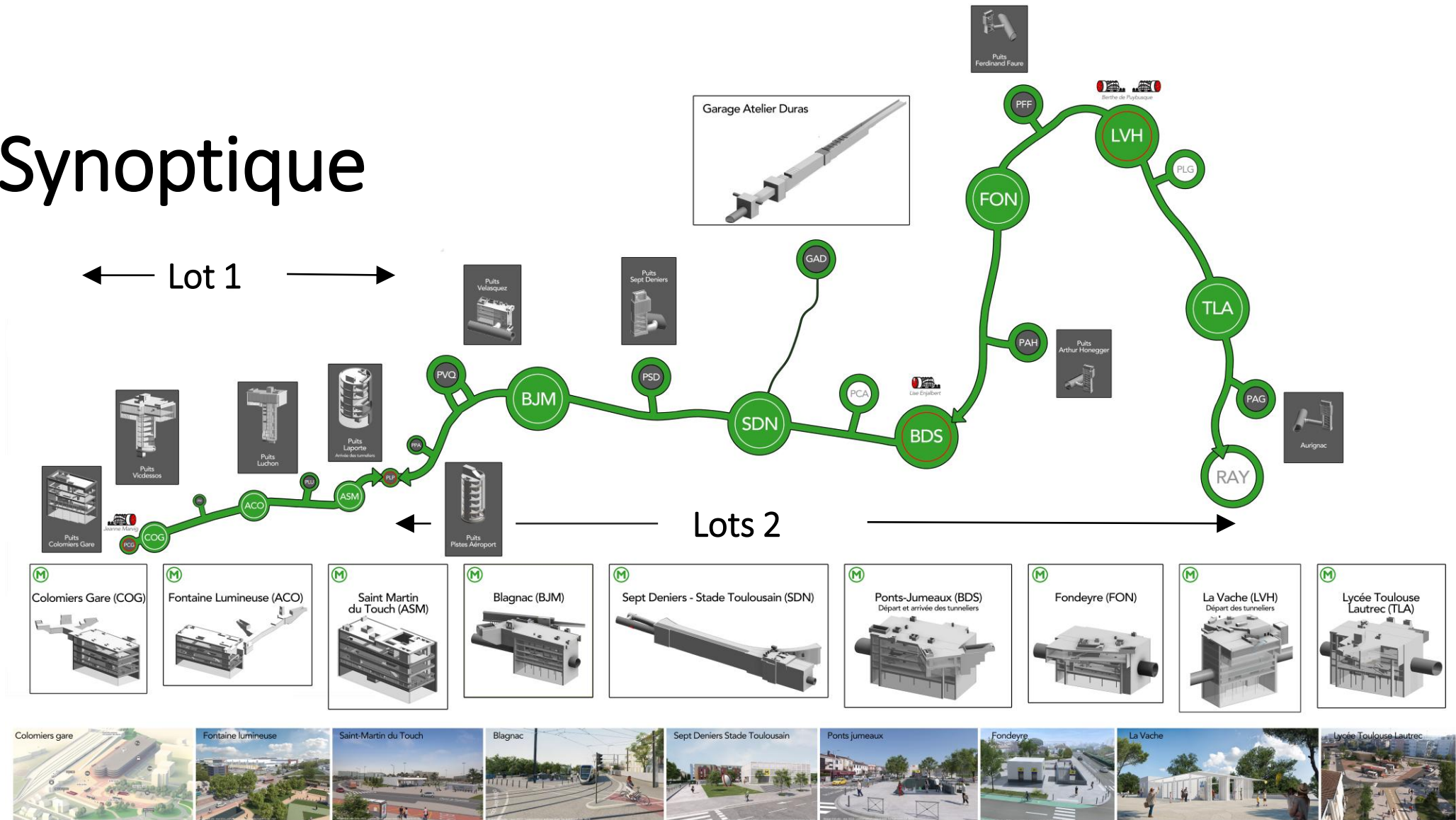
Déblais : 1 700 000 m³
(dont 900 000 m³ issus du tunnel)

Diamètre du tunnel : 8,50 m

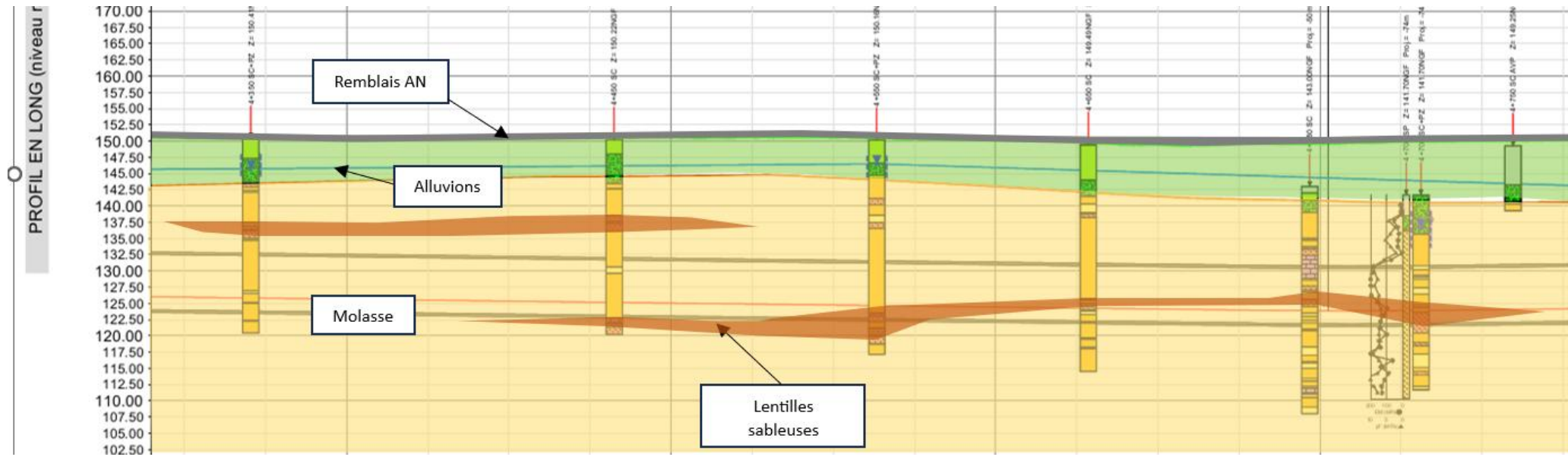
6 415 anneaux à poser

+1400 collaborateurs
dont 300 encadrants

Synoptique



Contexte géologique



indf	
AN	Soils anthropiques
Af	Alluvions fines
Ag	Alluvions grossières
Fp	Formations de pente
Mf	Molasse faciès fin
Mm	Molasse faciès moyen
Mg	Molasse faciès grossier
Mr	Molasse faciès rocheux
Mi	Molasse indifférenciée
— Toit de la molasse interprété par krigeage et corrections manuelles	

• Trois formations géologiques principales

- Remblais anthropiques (AN)
- Alluvions grossières et fines (Ag, Af)
- Molasse sous plusieurs faciès: fin, grossier, moyen, rocheux.

Le creusement du tunnel s'effectue exclusivement dans la molasse avec sous-faciès:

- sableux fine ou à grain grossier à structure lenticulaire pluri-métrique
- limono-argileux
- rocheux

Contexte géologique, géotechnique et hydrogéologique.



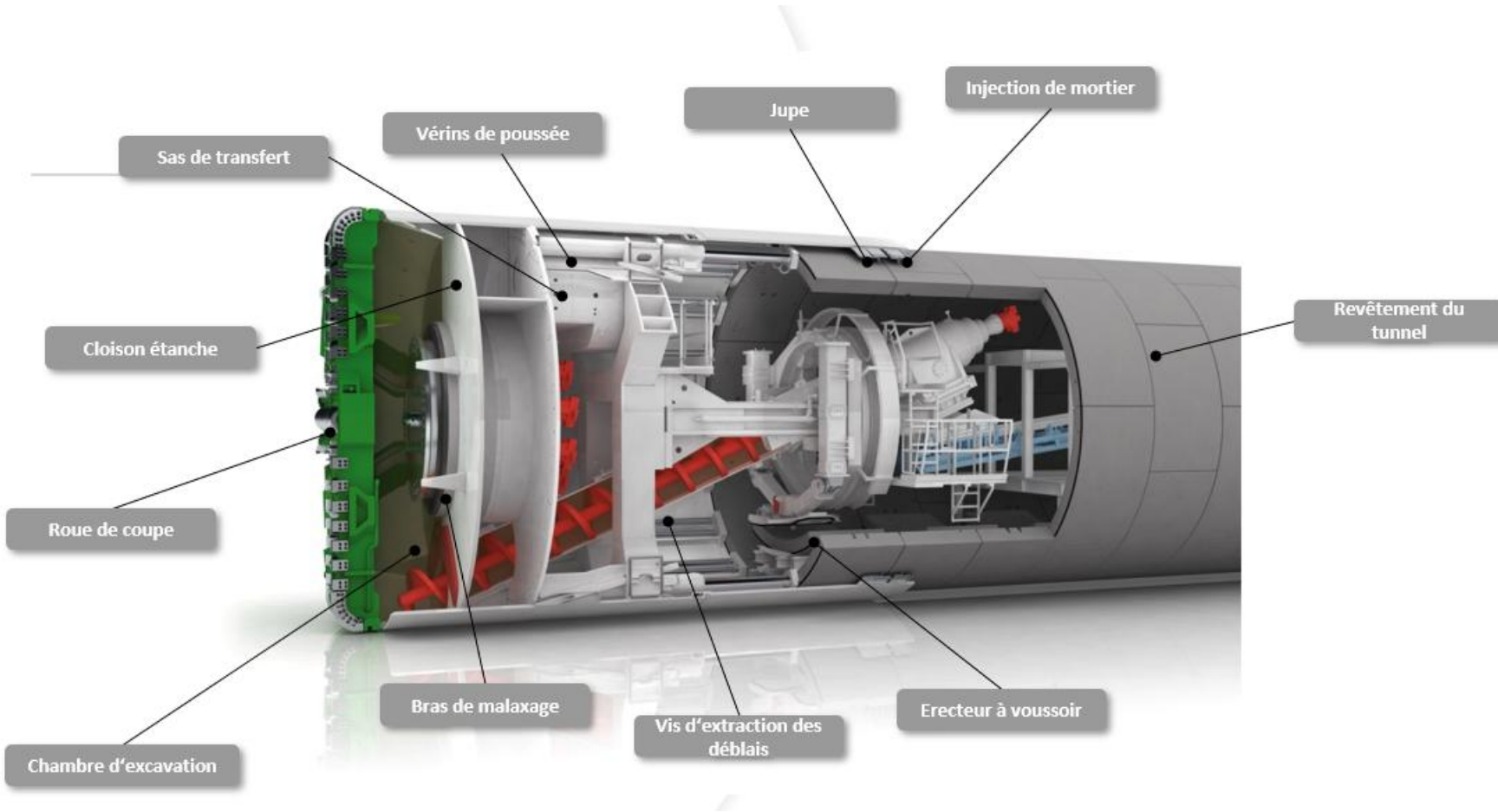
Contexte du creusement au tunnelier

- Couverture: 12 à 27 m, avec localement 40 m
- Hauteur d'eau à l'axe du tunnel Lot 2: 11 à 28 m, avec localement 36 m
- Faciès géologique: Molasses toulousaines (Molasses surconsolidées)
avec présence de molasses limono-argileuses et lentilles sableuses

Les contraintes liées aux franchissements des points singuliers.

- Passage au dessous de la ligne B
- Passage sous la Garonne,
- Passage sous le collecteur ABC
- Passage sous 6 bâtis dont certaines fondations situées à moins de 80 cm de l'extrados du tunnel.
- Présence de nombreux puits de pompage

Spécificité des tunneliers du métro de Toulouse



Principales caractéristiques

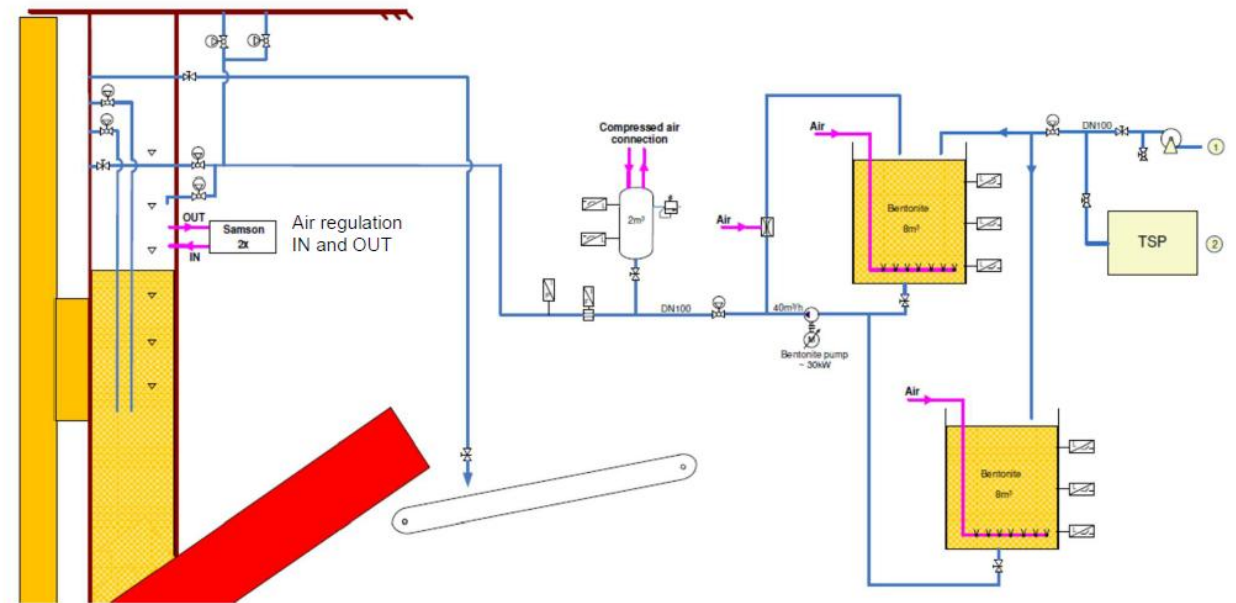
- Tunnelier EPB+
- Longueur 115 mètres
- Diamètre de forage 9,67 mètres
- Diamètre intérieur 8,50 mètres
- Poids 1000 tonnes
- Puissance moteur 4550 kW
- Poussée des vérins : 7240 tonnes
- 5 remorques

Tunnelier EPB⁺

Principe du système

Possibilité d'utiliser de la Bentonite pour constituer une bulle de régulation en partie supérieure de la chambre et contrôler la pression

- Importante capacité de stockage bentonite avec approvisionnement depuis la surface via conduites
- Régulation entrée-sortie via Sanson + air pour ajuster finement
- Purge de la chambre d'excavation en direct à la sortie de vis au besoin
- Lignes en communication entre la chambre de régulation et la chambre d'abattage pour ajuster la quantité de bentonite



Avantages du système

- EPB+ se rapproche de la technique slurry et permet d'en approcher la sensibilité
=> meilleur contrôle de la pression à front
- Assez proche en fonctionnement d'un EPB classique
- Plus adapté à la traversée des lentilles de sable et croisement de puits

Technologie EPB+Slurry

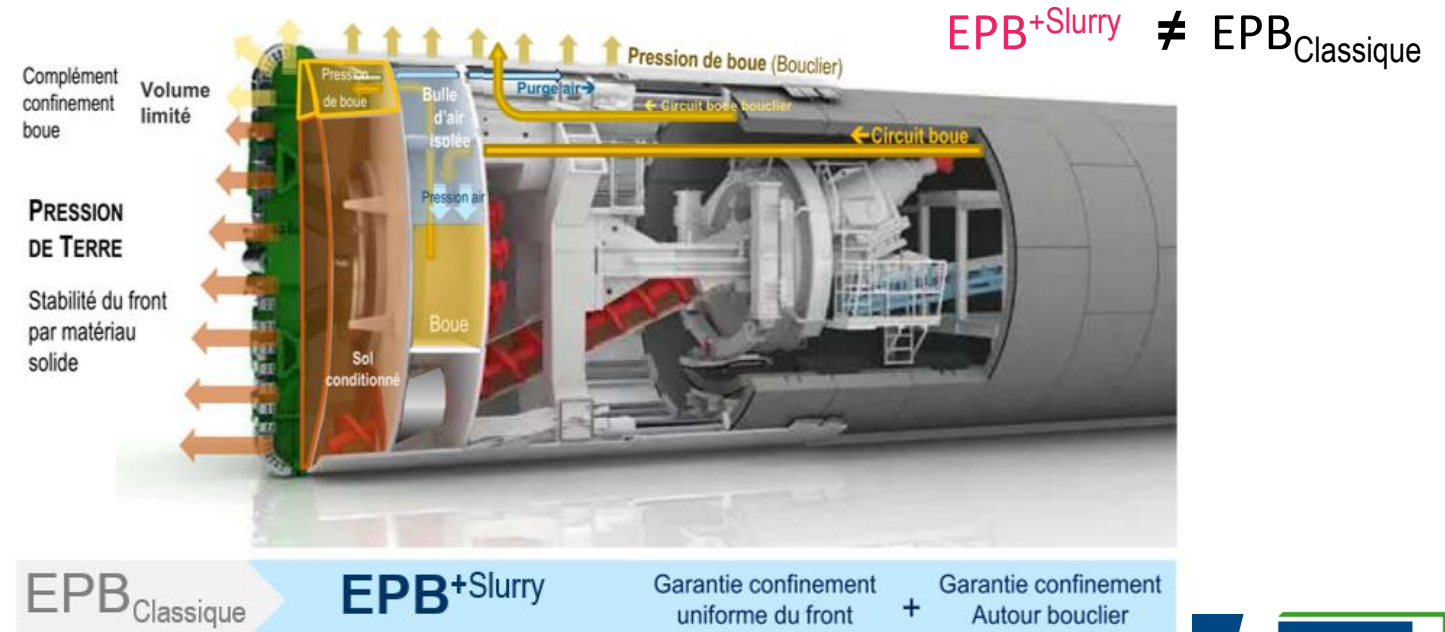
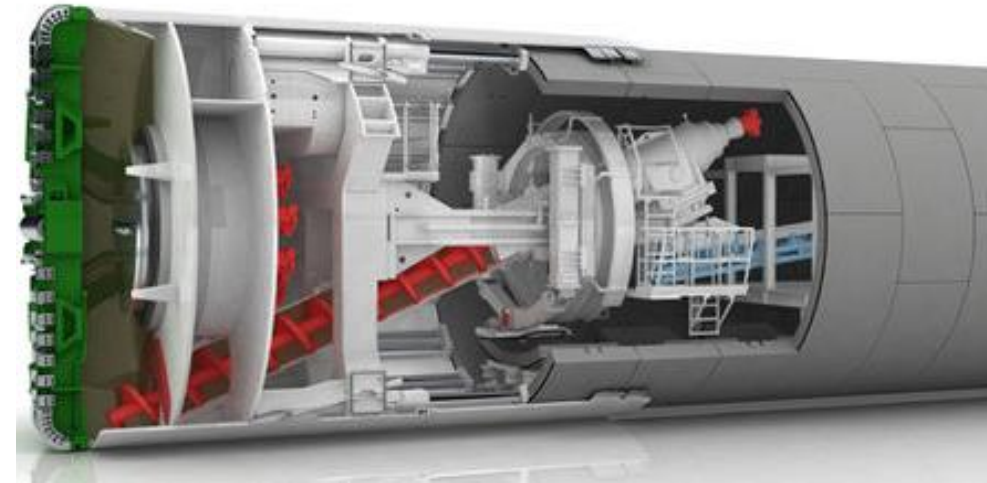
Possibilité de passer en mode EPB+ avec :

- **Mode de confinement :**

- ✓ au front : pression de terre + pression de boue
- ✓ Autour du bouclier : pression de boue

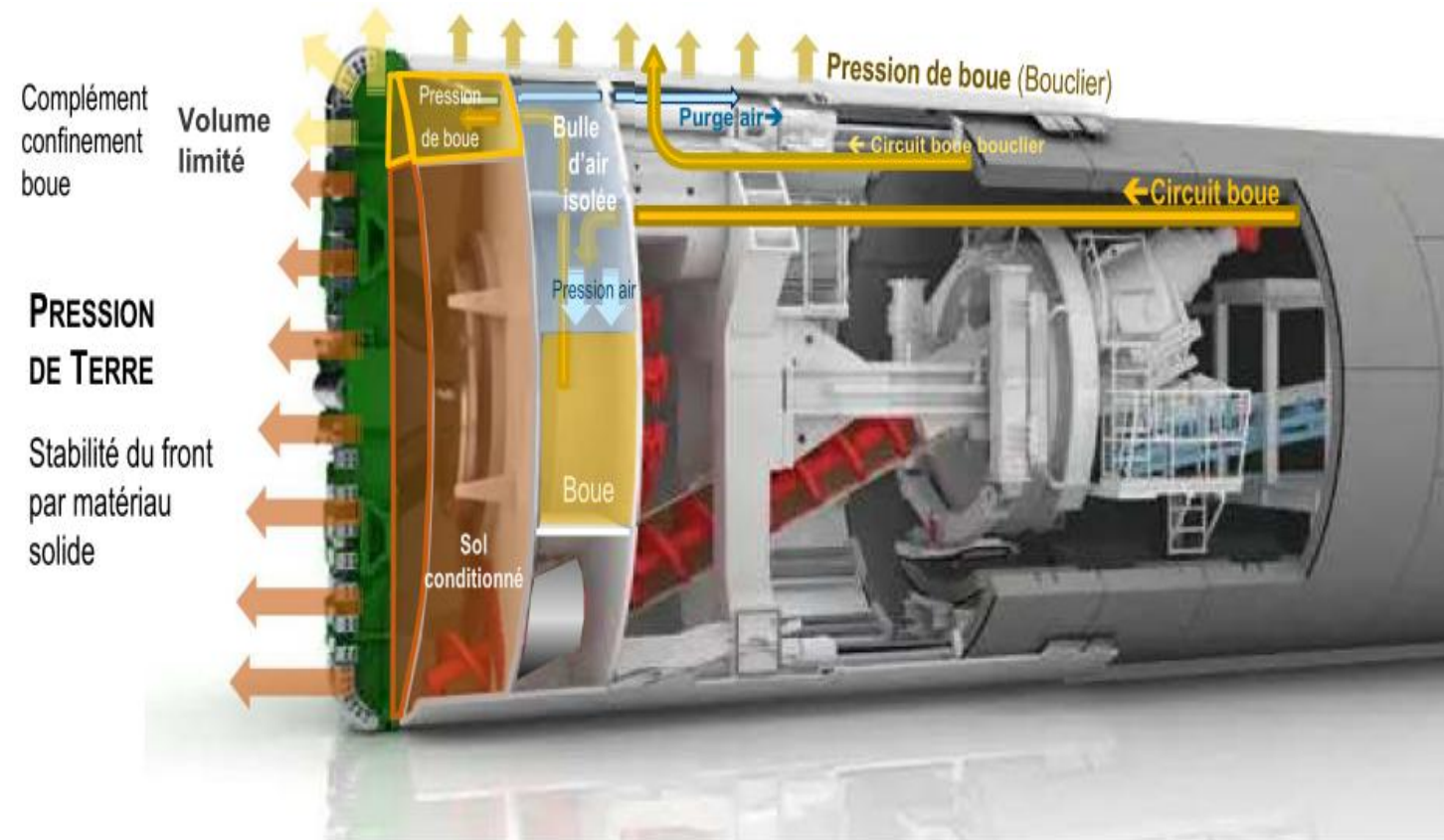
- **Permet de garantir :**

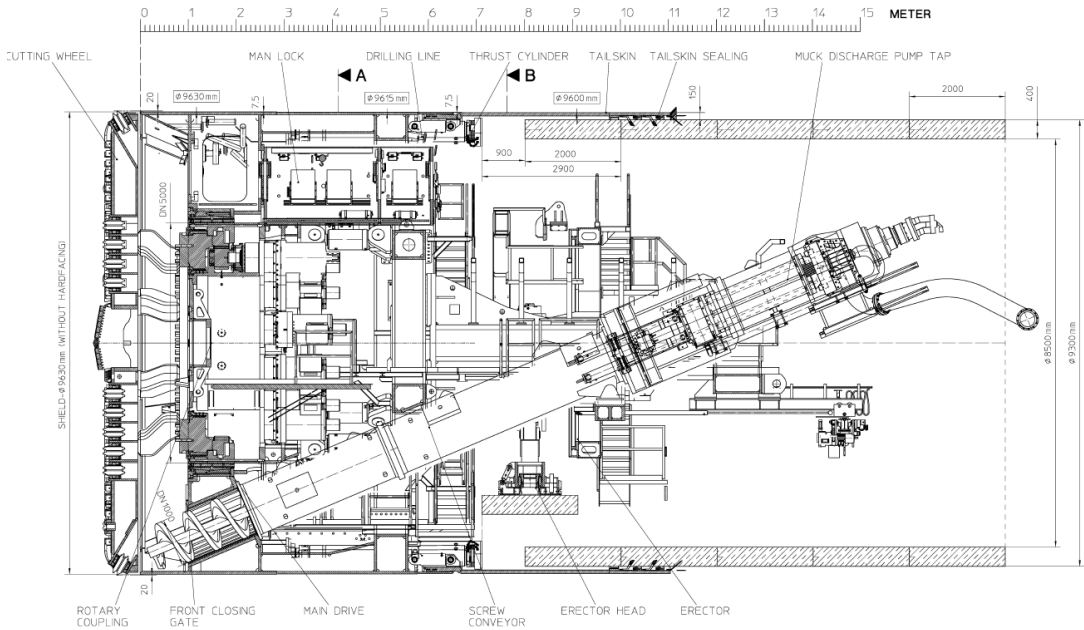
- ✓ Chambre Pleine : 100% sans air
circuit de purge d'air
- ✓ Finesse et stabilité du confinement
Chambre à bulle
- ✓ Confinement complet du vide annulaire



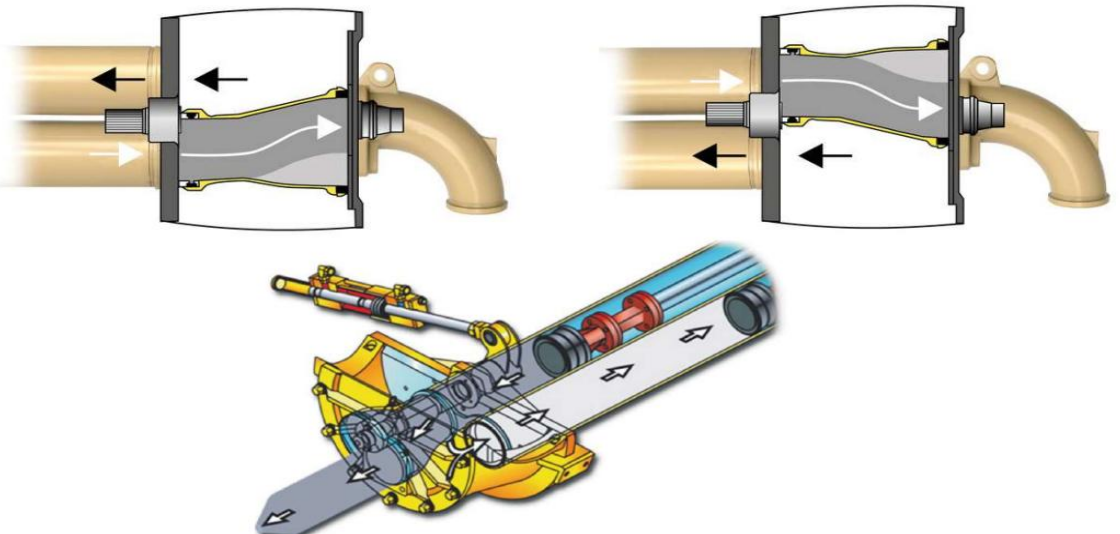
Equipement complémentaires pour passer à l'EPB+

- Chambre à bulle dans le bouclier
- Réseau d'alimentation en bentonite dans la chambre et autour du bouclier
- Double trappe en sortie de vis
- Pompe TAP pour reprise des déblais en mode EPB+
- Remorque complémentaire pour réserve bentonite et pompe de reprise
- Raccordement à un réseau complémentaire en tunnel
- Préparateur à bentonite et silos de stockage en surface

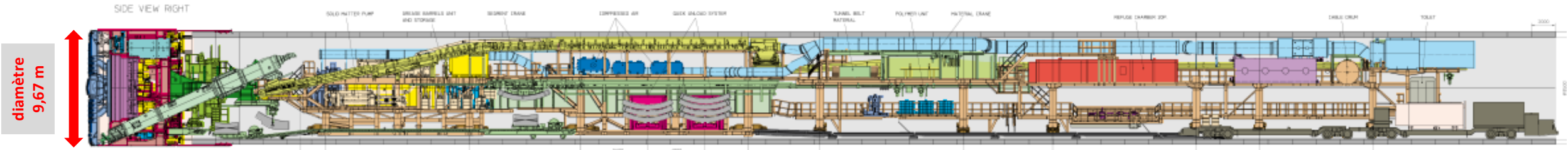




Rock valve detail



Pompe TAP : 160m3/h



Bouclier
11 m

Remorque 1
R1 : hydraulique, électrique, graisse, chariot transporteur de voussoirs, transformateur, cabine de pilotage

Remorque 2
R2 : unité d'injection du mortier de bourrage, pompes, trémies, grue de déchargement des voussoirs, convoyeur à déblais

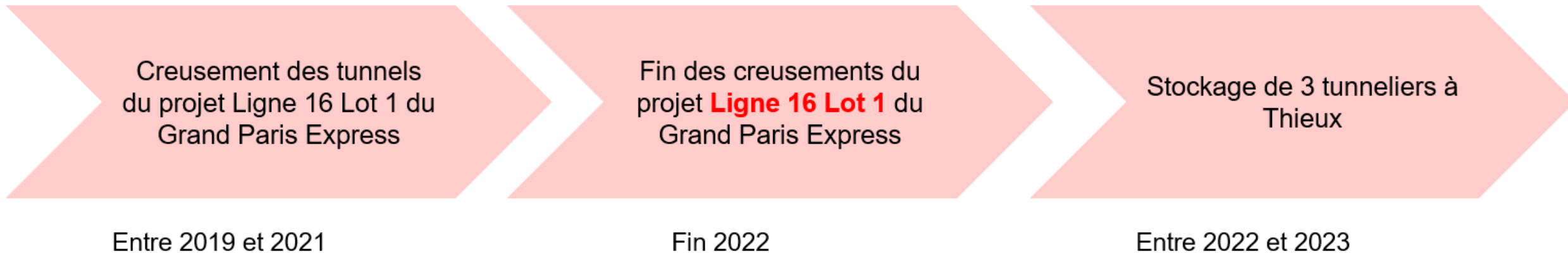
Remorque 3
R3 : enrouleurs des fluides (air, eau, exhaustes), zone de montage, réseaux d'alimentation, convoyeur tunnel, portique de déchargement matériel

Remorque 4
R4 : cabine de survie, réfectoire, pompe de transfert de mortier, cassette de ventilation, WC mixte autonome, groupe électrogène de secours

Remorque 5
R5: Cassette de ventilation
Réserve de bentonite WC



Reconditionnement de 3 tunneliers du Grand Paris Express



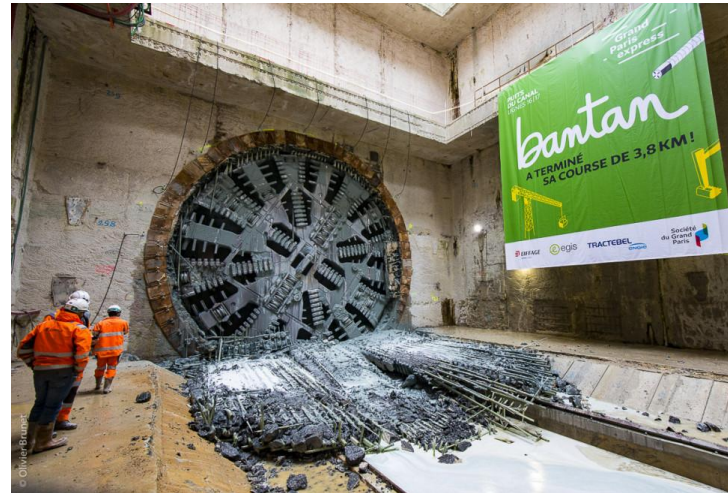
Les tunneliers à modifier et à reconditionner

- 3 tunneliers à pression de terre fabriqués par Herrenknecht
- Utilisés sur le projet **Ligne 16 lot 1** du Grand Paris Express entre **2019 et 2021**
- Caractéristiques initiales Ø int 8,70 m / Longueur TBM 100 ml (4 remorques)

Sarah a creusé 5 km du puits du Canal (Aubervilliers) au puits Agnès (Aubervilliers) en passant par l'ouvrage Finot (Saint-Ouen)



Bantan a creusé 3,8 km de l'ouvrage Verdun (Le Bourget) au puits du Canal (Aubervilliers)



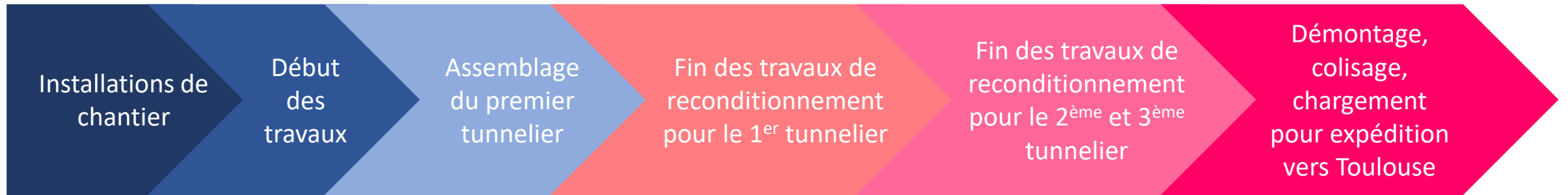
Armelle a creusé 3,8 km de l'ouvrage Verdun (Le Bourget) au puits du Canal (Aubervilliers)



Nouvelle configuration des tunneliers

- Changement du bouclier avec nouveau diamètre de creusement réduit à 9,67 m
- Démontage de tous les composants des anciens boucliers
 - Entraînement, vérins de poussée, moteurs, SAS hyperbare, vis d'extraction, flexibles, tuyauterie
- Révision, contrôle, réparation et échange des composants
- Montage des composants dans les nouveaux boucliers
- Montage des équipements liés à l'adjonction de bentonite (EPB+) et ajout d'une 5^e remorque:
 - Réserve de bentonite
 - Conduites additionnelles
 - Double trappe
 - Pompe TAP
- Montage à blanc et essais
- Démontage, chargement et transport

Planning général



Mi-février
2023

Mi-mai
2023

Octobre
2023

Janvier
2024

Février / Mars
2024

Depuis Mars 2024



Installation du site



Le site de Thieux

- **Superficie du chantier :** 28 000 m²
- **Installations :**
Base vie, Hangars, Ateliers, hall de stockage
- **Moyens de manutention :**
2 à 5 grues mobiles suivant l'activité





Collaboration Herrenknecht

- Étude de faisabilité et assistance au montage



Bureau d'études Herrenknecht



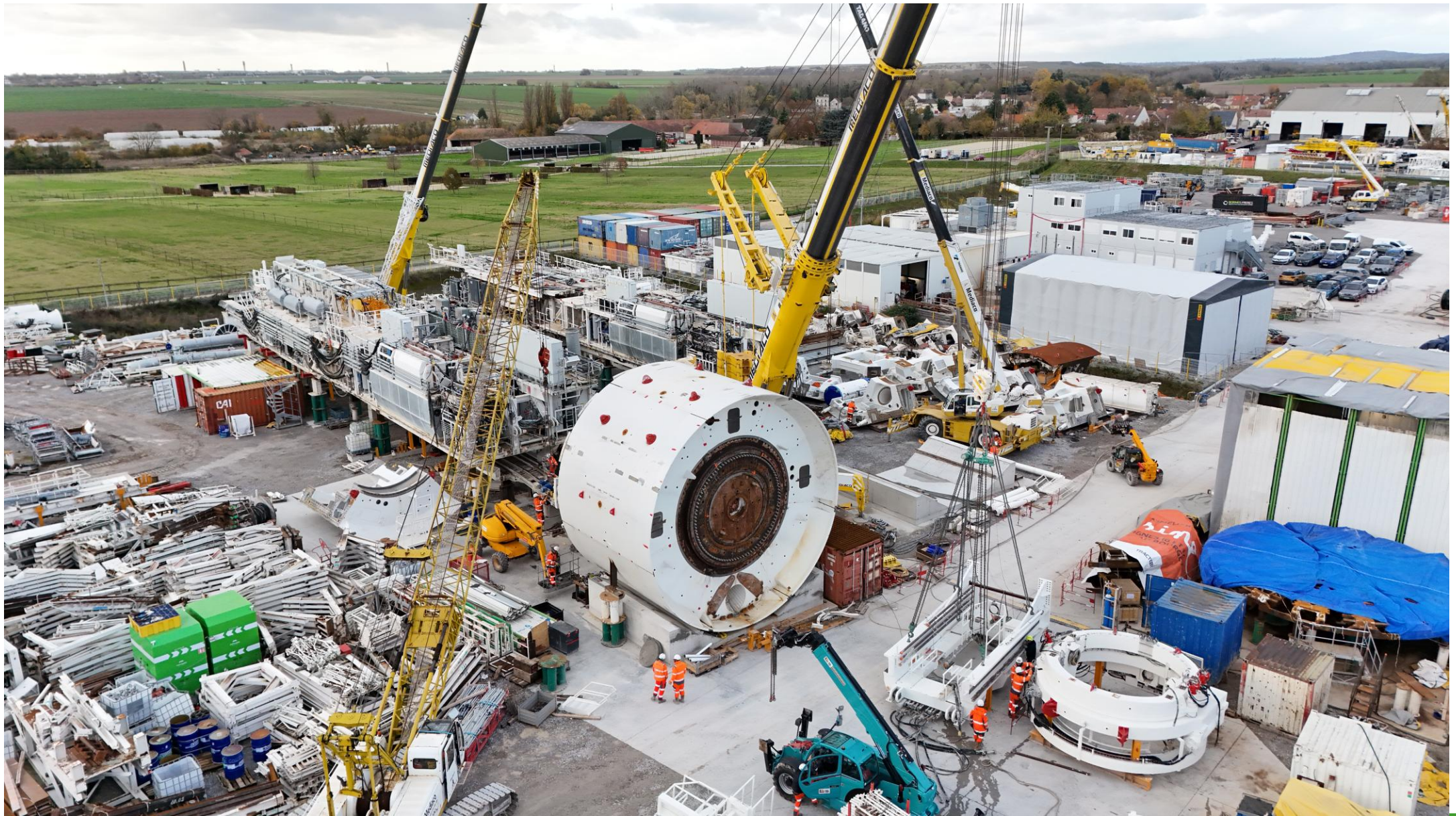
Plans et notes de calcul

Organisation

- Projet réalisé par **Eiffage Génie Civil** avec Assistance Herrenknecht
- Collaborateurs Eiffage mobilisés sur le projet :
 - 14 encadrants
 - 50 compagnons
- Assistance technique Herrenknecht :
 - 5 à 20* techniciens

(*) suivant l'activité





Les étapes du convoi

• ÉTAPE 1

chargement et départ depuis Thieux jusqu'à Lyon.



• ÉTAPE 2

convoi fluvial par barge entre Lyon (Port Édouard Herriot) et le port de Sète.



• ÉTAPE 3

convoi routier de Sète à Toulouse



Merci de votre attention

