

# 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 :

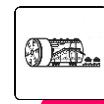


# Lots 1 et 2

 **9**  
stations

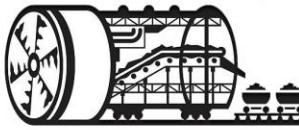
 **13**  
km de  
tunnel

 **11**  
ouvrages  
annexes

 **3**  
tunneliers  
EPB<sup>+</sup>



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



**3 tunneliers à**  
**pression de terre<sup>+</sup> Slurry**  
**(EPB<sup>+</sup>)**



**9 stations**  
**10 ouvrages annexes**  
**3 ouvrages spécifiques**  
**12 rameaux**

**Montant des travaux :** 822 M€

**Béton :** 335 000 m<sup>3</sup>

**Déblais :** 1 700 000 m<sup>3</sup>  
(dont 900 000 m<sup>3</sup> issus du tunnel)

**Diamètre du tunnel :** 8,50 m

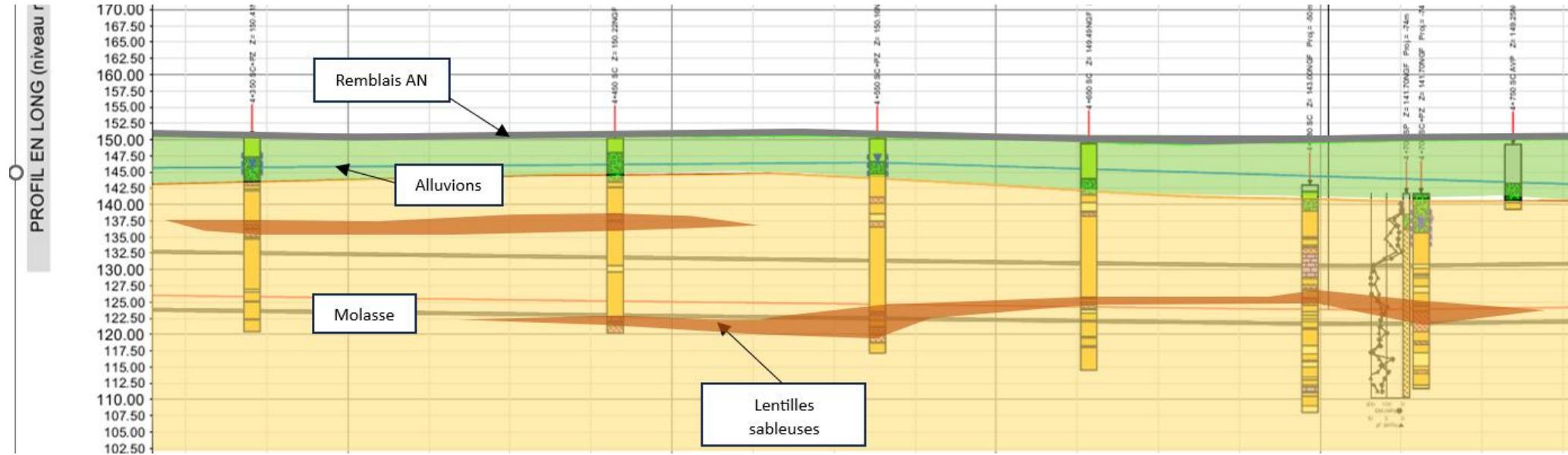
6 415 anneaux à poser

**+1400 collaborateurs**  
**dont 300 encadrants**

# Synoptique

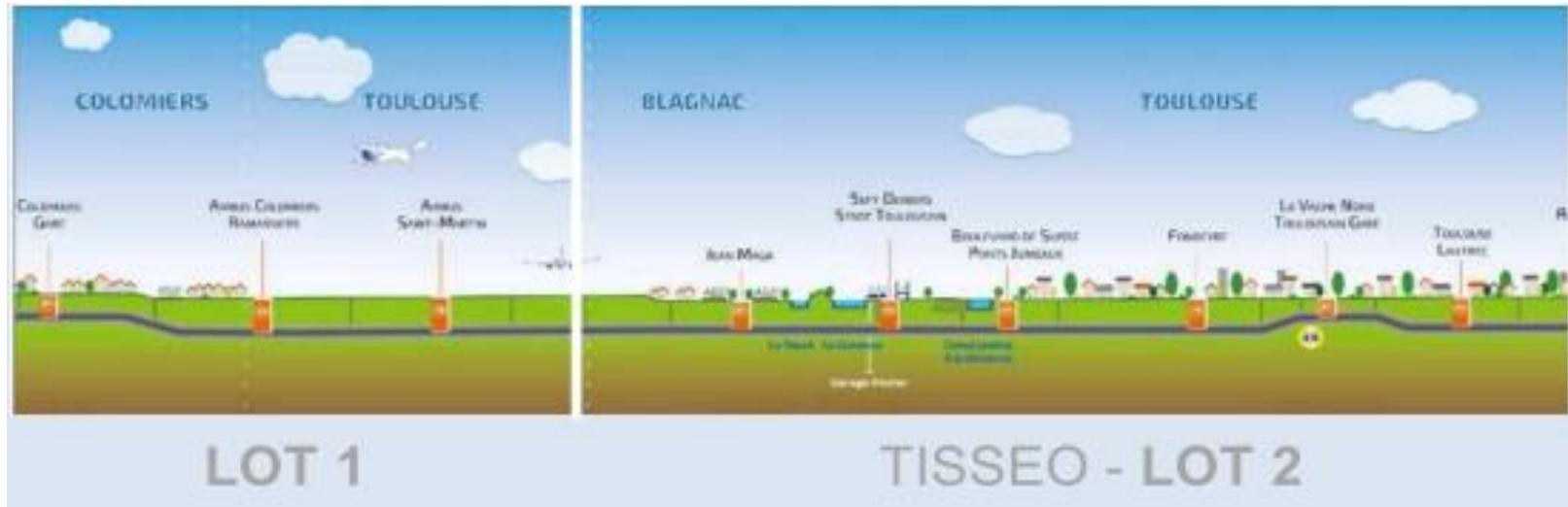


# Contexte géologique



- **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.



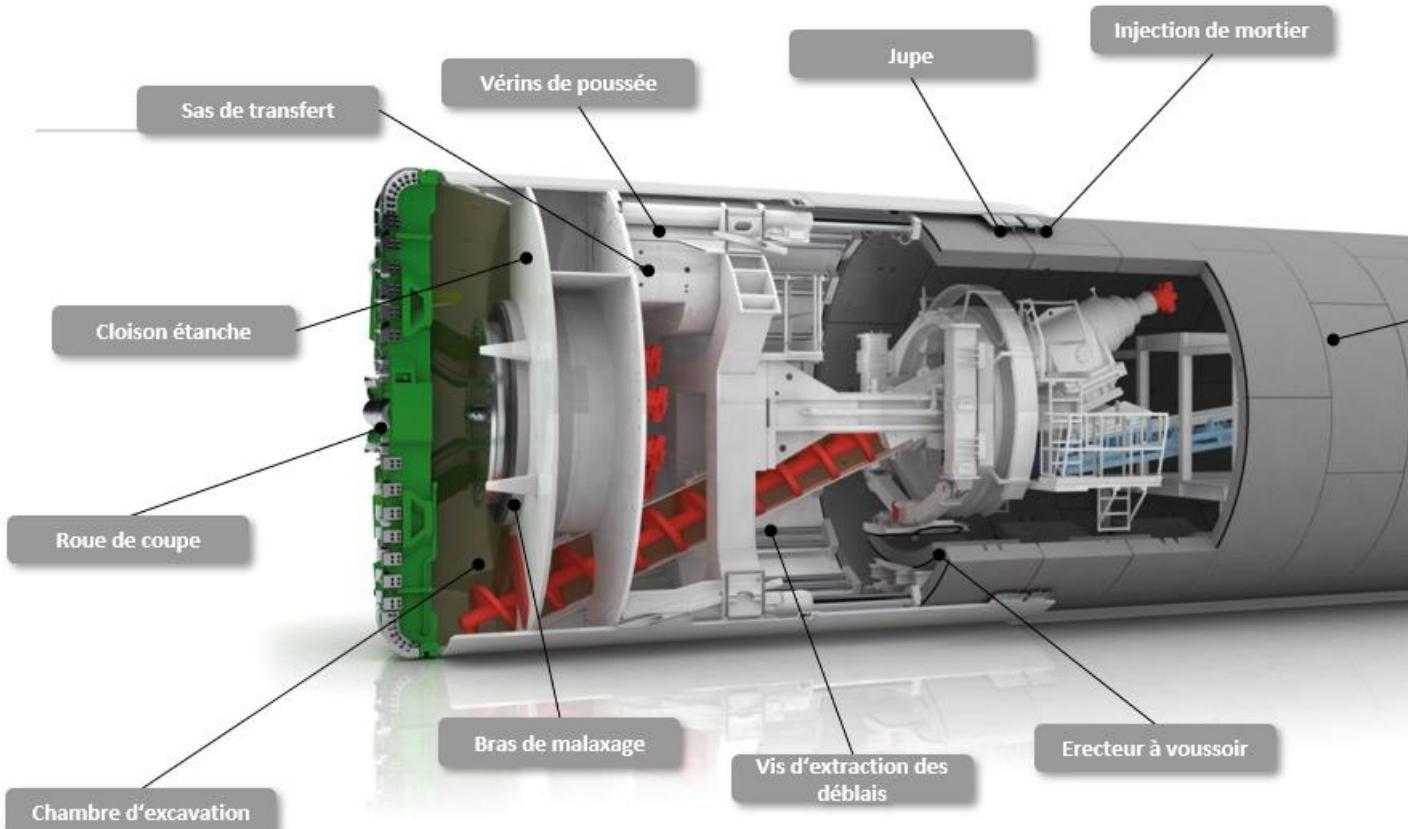
## Contexte du creusement au tunnelier

- 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

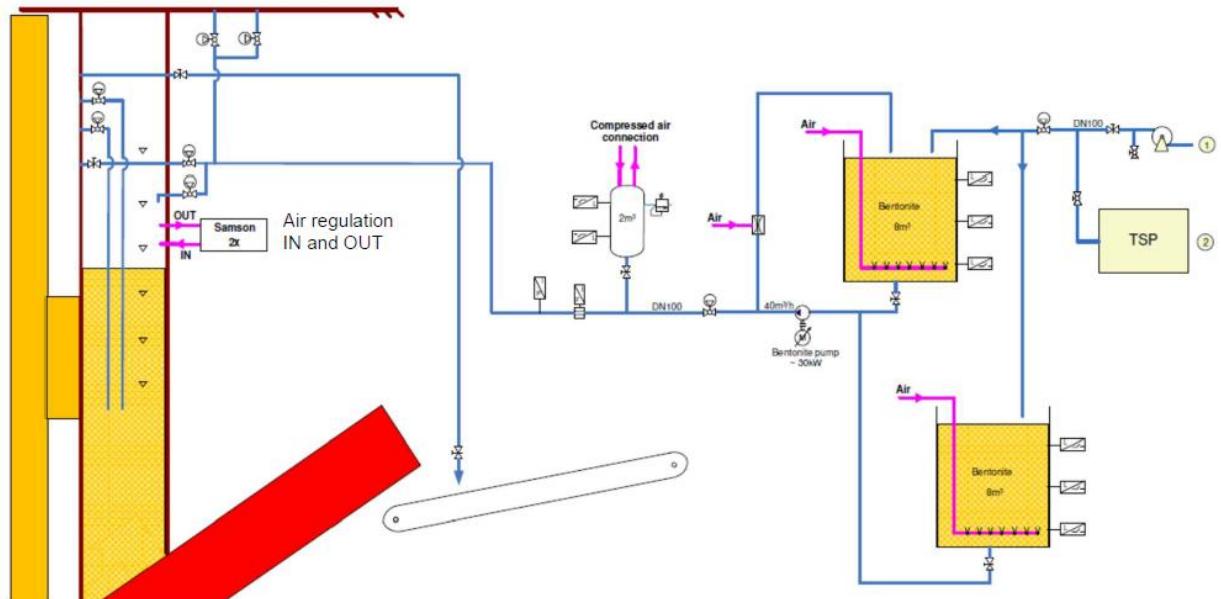
- Tunnelier EPB+
- Longueur 115 mètres
- Diamètre de forage 9,67 mètres
- Diamètre intérieur 8,50 mètres
- Poids 1000 tonnes
- Puissance moteur 4550 kW
- Poussée des vérins : 7240 tonnes
- 5 remorques

# Tunnelier EPB<sup>+</sup>

## ▪ **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

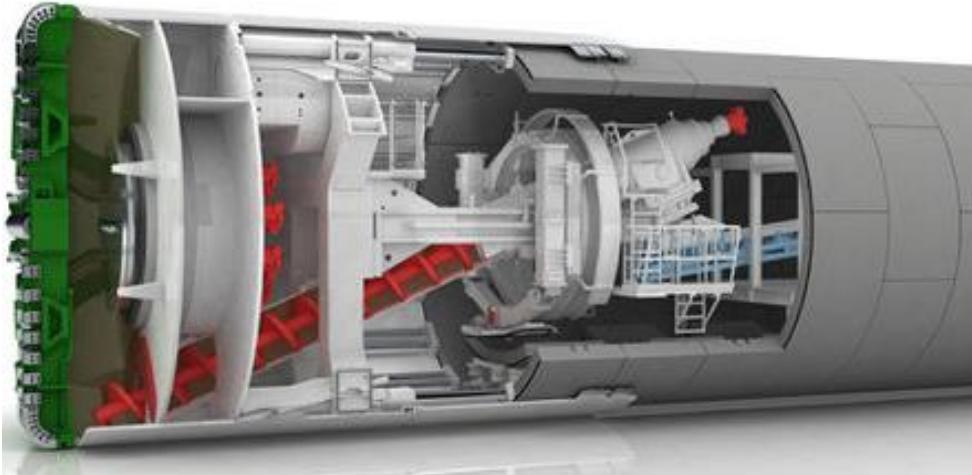
Possibilité de passer en mode EPB+ avec :

- **Mode de confinement :**

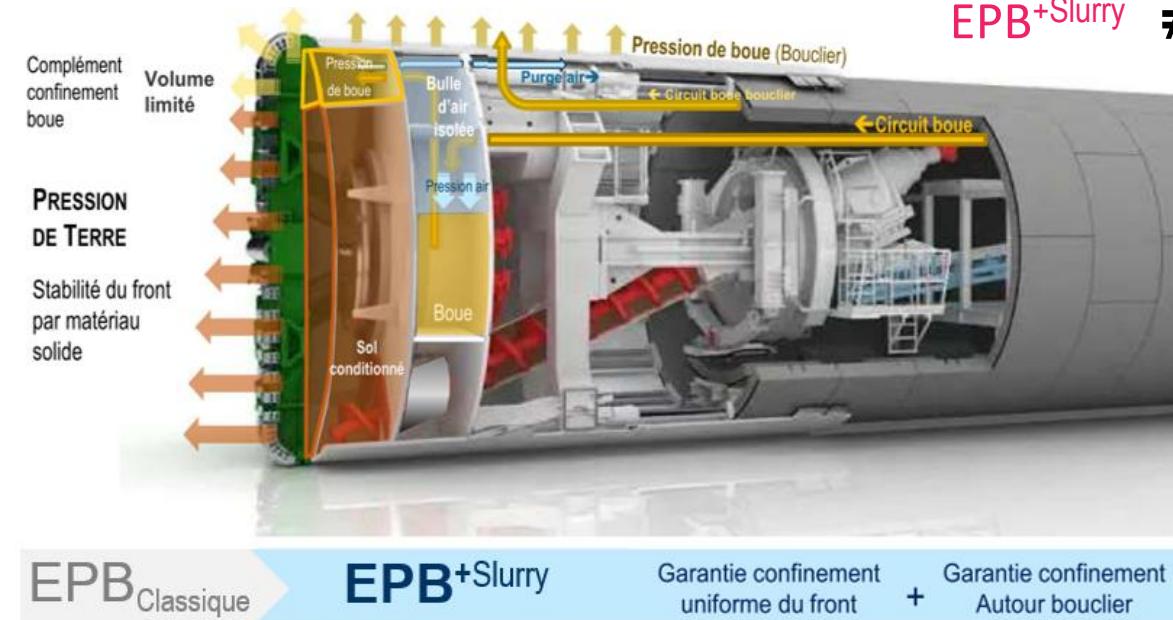
- ✓ au front : pression de terre **+ pression de boue**
- ✓ Autour du bouclier : pression de boue

- **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

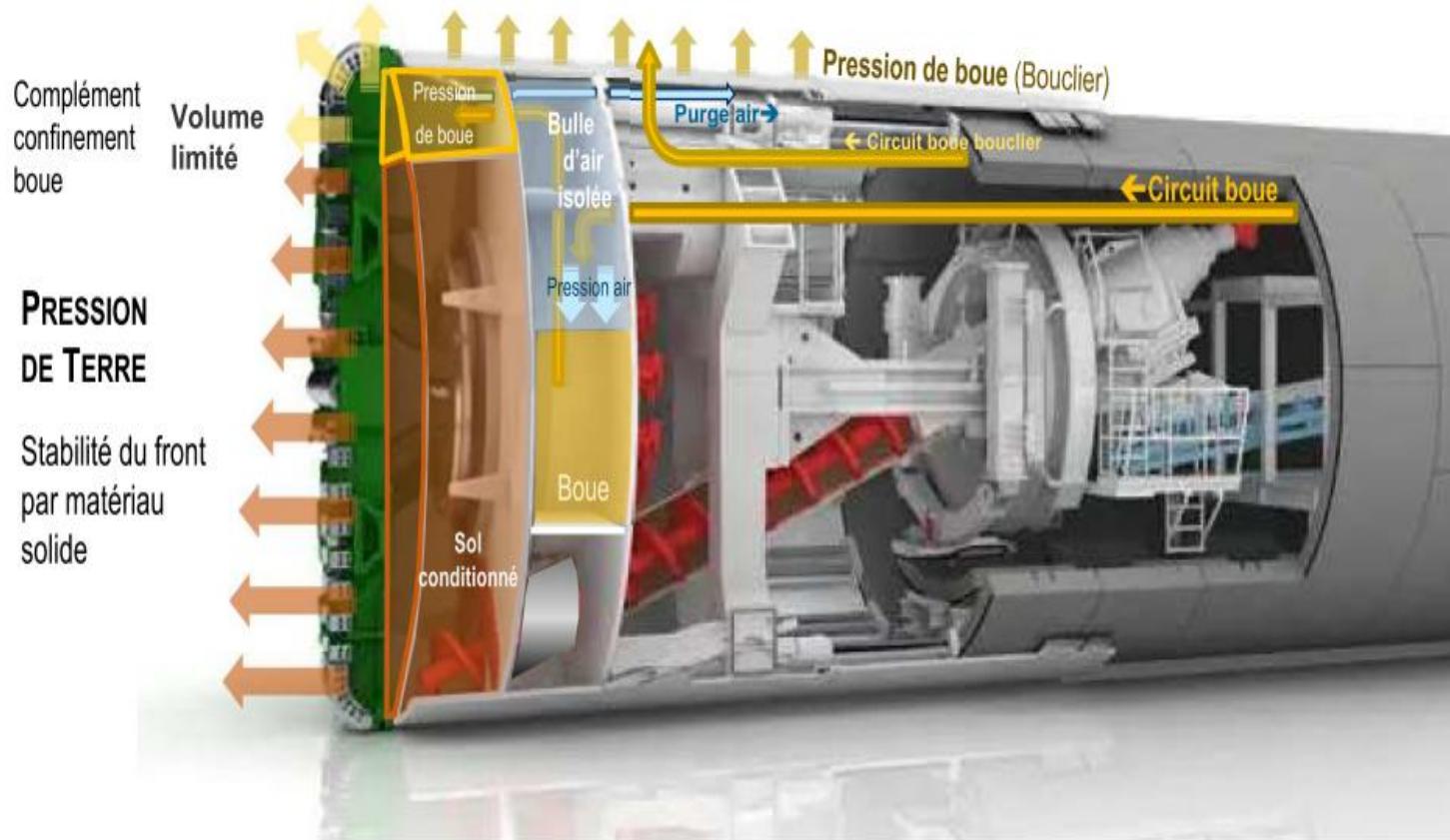


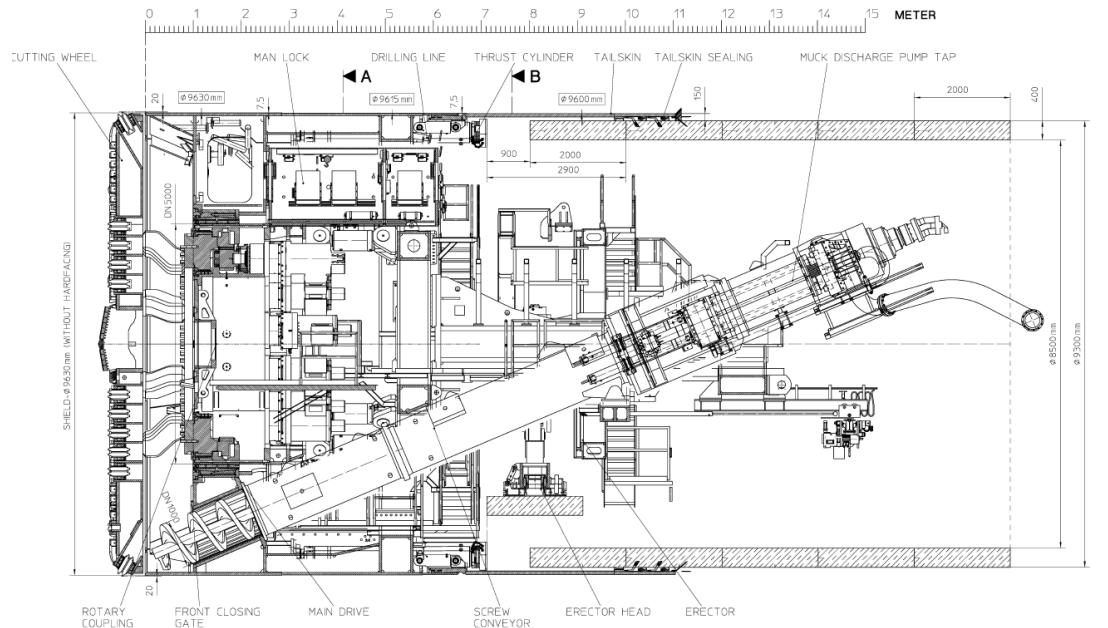
**EPB<sup>+</sup>Slurry** ≠ EPB<sub>Classique</sub>



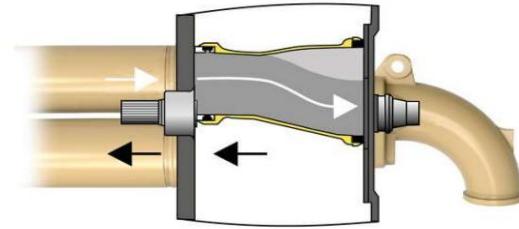
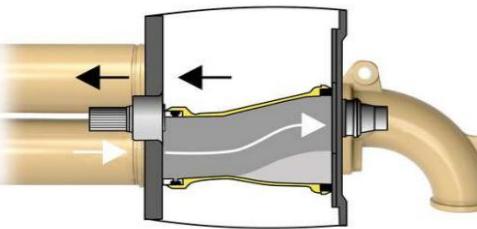
# Equipement complémentaires pour passer à l'EPB+

- 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

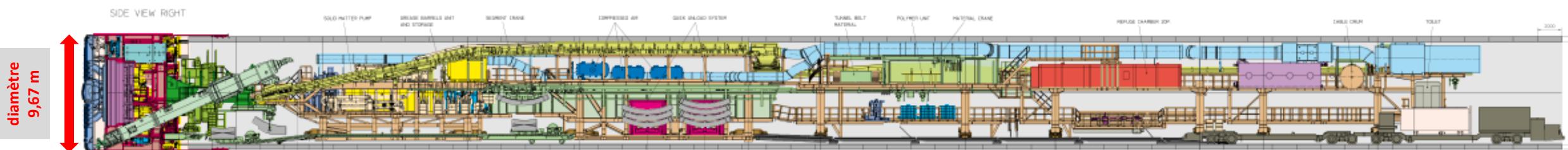
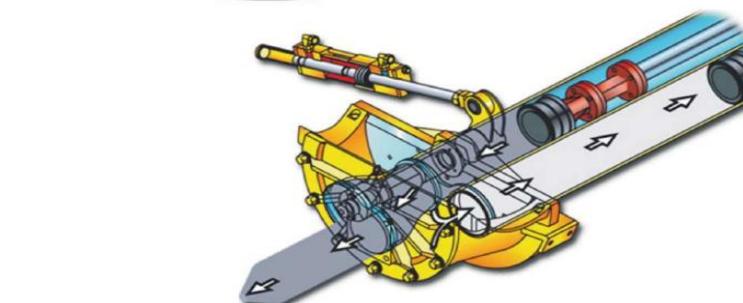




Rock valve detail



Pompe TAP : 160m<sup>3</sup>/h



Bouclier  
11 m

**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 déchargeage des voussoirs, convoyeur à déblais

Remorque 3

**R3** : enrouleurs des fluides (air, eau, exhaures), zone de montage, réseaux d'alimentation, convoyeur tunnel, portique de déchargeage 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

Creusement des tunnels  
du projet Ligne 16 Lot 1 du  
Grand Paris Express

Entre 2019 et 2021

Fin des creusements du  
projet **Ligne 16 Lot 1** du  
Grand Paris Express

Fin 2022

Stockage de 3 tunneliers à  
Thieux

Entre 2022 et 2023

# 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
  - Entrainement, 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° remorque:
  - Réserve de bentonite
  - Conduites additionnelles
  - Double trappe
  - Pompe TAP
- Montage à blanc et essais
- Démontage, chargement et transport

# Planning général



# Installation du site



# Le site de Thieux

- **Superficie du chantier : 28 000 m<sup>2</sup>**
- **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

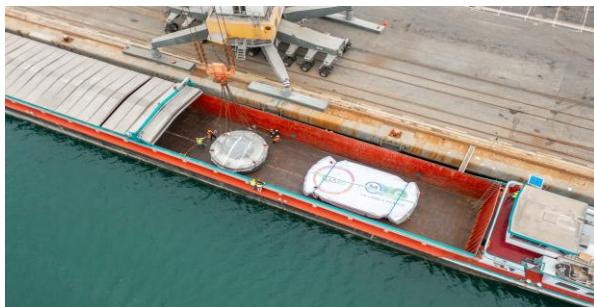
## • ÉTAPE 1

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

