



# Développement des techniques de **TUNNEL ET MICROTUNNEL** sur le marché de l'énergie

Jean-Noël Lasfargue  
Directeur Commercial





- **BESSAC intervient sur ce marché avec 2 activités :**
  - **Réalisation de travaux**
  - **Construction de matériels de creusement et de matériels spécifiques (tunneliers et matériels associés)**
- **Forte activité à l'export : 70% du chiffre d'affaires**
  - **Présence dans plus de 20 pays**
  - **Filiales aux USA, Colombie, Mexique.**
- **Parc de 40 tunneliers et microtunneliers opérationnels**





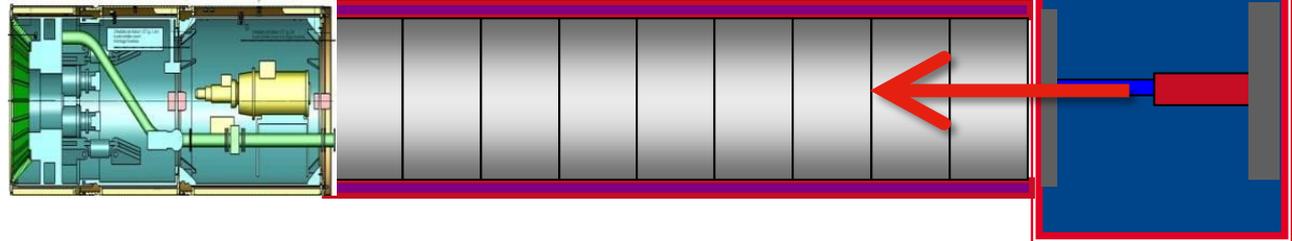
- 20 chantiers en cours dont 3 mètres
- Construction d'un tunnelier pour le métro de Minsk
- Sur les 10 dernières années :
  - 90 chantiers de microtunnels pour 57 km d'ouvrages
  - 46 chantiers de tunnels pour 80 km d'ouvrages



# Tunneliers ou Microtunnelier : Rappel sur ces 2 technologies

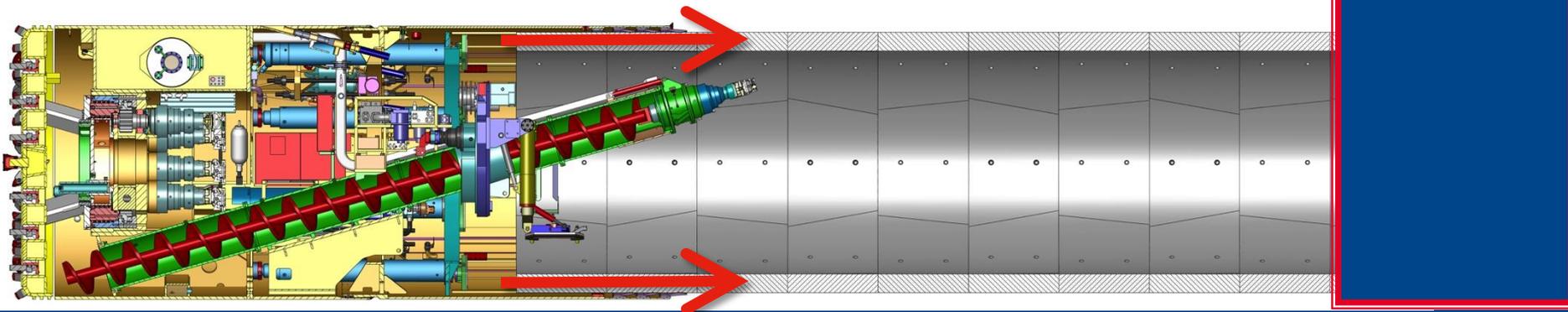
## Les microtunneliers ( $\varnothing < 3$ m)

- Machines pilotées à distance : Il n'y a pas d'homme dans le tunnel
- Le revêtement mis en œuvre est constitué de tuyaux poussés : Fonçage horizontal



## Les tunneliers ( $\varnothing > 2,50$ m)

- Les opérateurs sont dans la machine
- Le revêtement mis en œuvre est généralement constitué de voussoirs posés dans le tunnelier, à l'avancement



# Applications dans les domaines de l'énergie

- Transport d'électricité : galeries pour câbles électrique
- Transport de gaz ou de pétrole : franchissement d'obstacles
- Centrales nucléaires : prises d'eau ou rejets en mer
- Nucléaire : stockage de déchets radioactifs
- Chauffage urbain : galerie pour conduites de vapeur ou d'eau chaude pressurisée
- Atterrages de réseaux sous-marins (éolien, câbles sous-marins)



## Dunkerque - Terminal Méthanier Galerie Hydraulique



# Dunkerque - Terminal Méthanier EDF



- 3 réservoirs de stockage de GNL de 190 000 m<sup>3</sup> chacun
- Capacité annuelle de regazéification de 13 milliards de m<sup>3</sup> de gaz
- Le plus important terminal en Europe continentale

## La galerie hydraulique

- Diamètre : 3 m
- Longueur : 5 km
- Profondeur : 45 m
- Géologie : Argile des Flandres



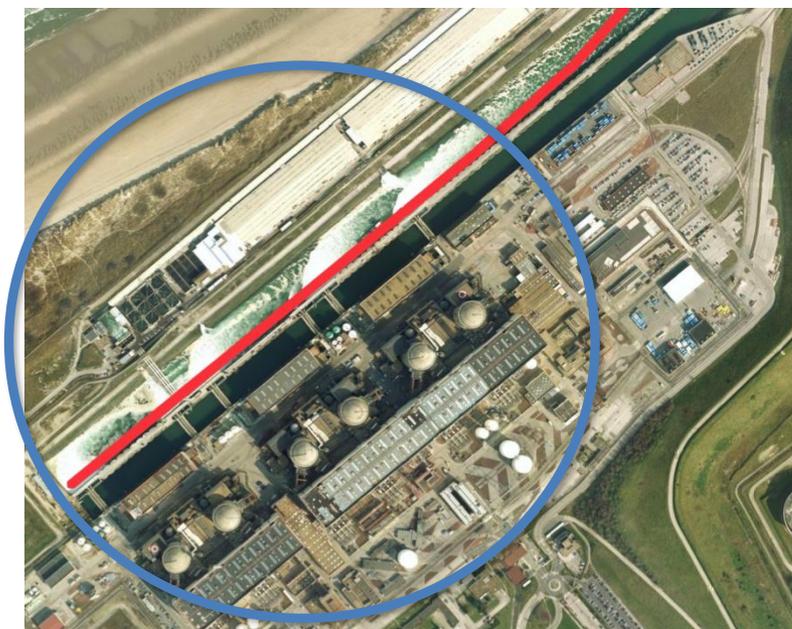
## Pourquoi une galerie hydraulique ?

Process de re-gazéification :  $T^{\circ} -161^{\circ}\text{C} \rightarrow 0^{\circ}\text{C}$ .

- Échangeurs eau de mer
- Combustion d'une partie du gaz.

Proximité de la centrale nucléaire de Gravelines

- Température eaux de refroidissement supérieure à celle du milieu naturel.



Le terminal méthanier rejettera de l'eau à la température à laquelle la centrale nucléaire de Gravelines l'y a prélevée.

**Avantage économique et avantages environnementaux :**

- Limitation de l'empreinte thermique des rejets d'eau (tiède) de la centrale nucléaire.
- Limitation de l'empreinte thermique des rejets d'eau (refroidie) du terminal méthanier.
- Il n'est pas nécessaire de brûler du gaz pour réchauffer l'eau de re-gazéification, ce qui évite l'émission de 436 000 tonnes de  $\text{CO}_2$  par an.

# Dunkerque - Terminal Méthanier EDF – Galerie Hydraulique



## Puits de départ du tunnelier

Puits en paroi moulée de 16 m de diamètre et 45 m de profondeur (profondeur des parois : 70 m)

Adossé à la station de pompage (diamètre 20 m)



# Dunkerque - Terminal Méthanier EDF – Galerie Hydraulique

## Galerie de recul des trains de marinage

Fonçage Ø 3,50 m – Longueur 35 m



## Le tunnelier

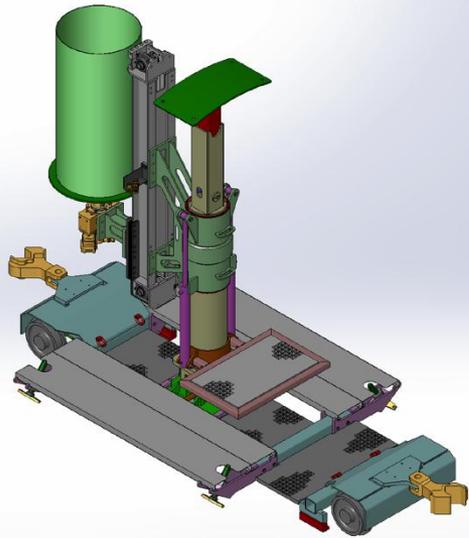
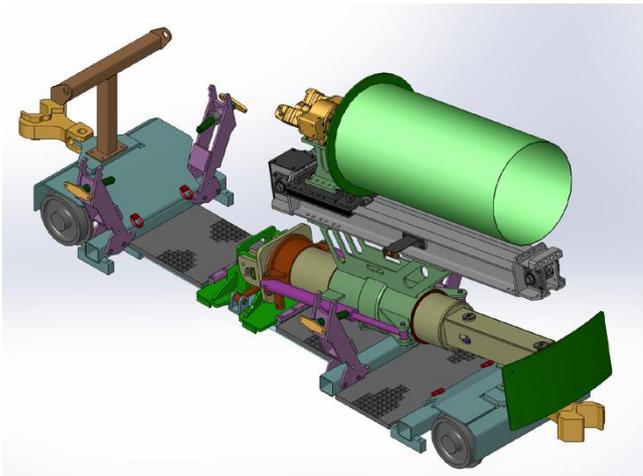


Constructeur :	<b>Bessac</b>
Type machine	<b>EPB</b>
Diamètre excavation	<b>3,74 m</b>
Masse TBM	<b>115 tonnes</b>
Puissance installée	<b>800 kVA</b>
Nbre remorques TS	<b>12</b>
Longueur totale	<b>80 m</b>

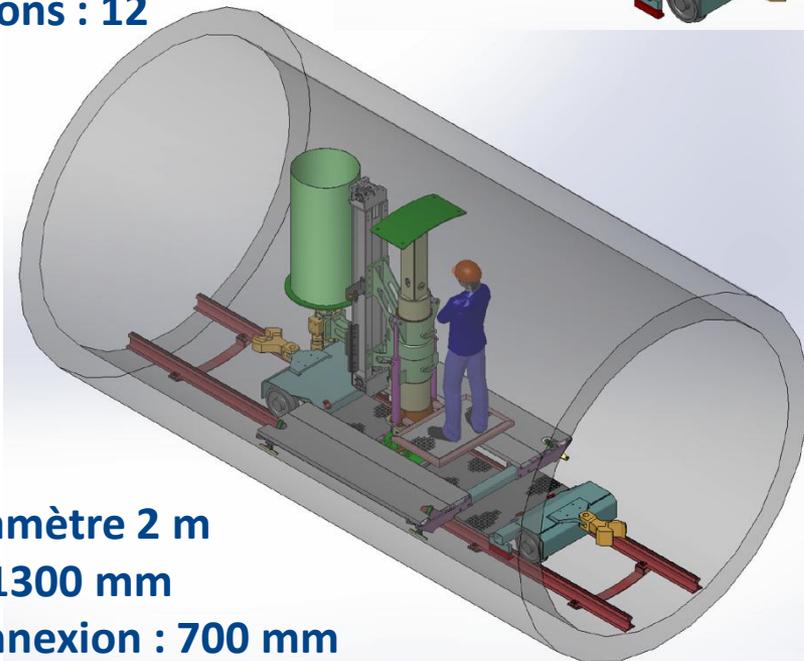
# Dunkerque - Terminal Méthanier EDF – Galerie Hydraulique



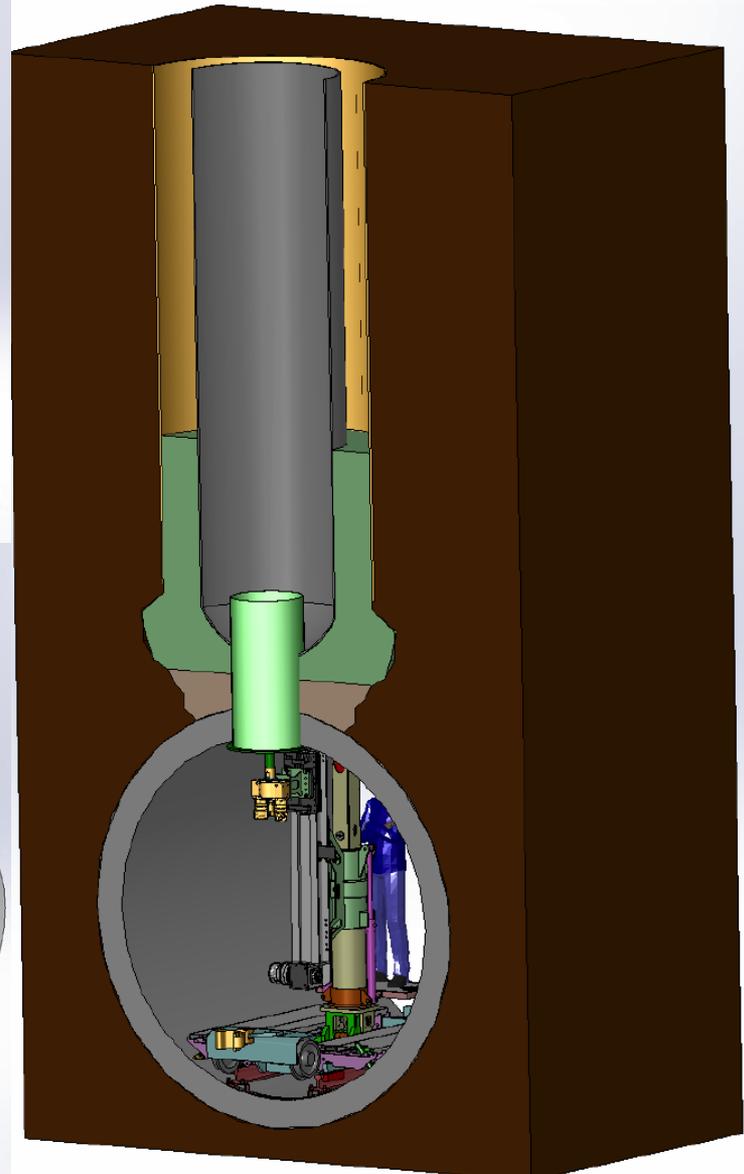
## Raccordement sur le bassin de Gravelines



**Nombre de siphons : 12**  
**Hauteur : 45 m**



**Forages tubé diamètre 2 m**  
**Gainage PRV Ø 1300 mm**  
**Diamètre de connexion : 700 mm**



# Dunkerque - Terminal Méthanier EDF – Galerie Hydraulique

## Raccordement sur le bassin de Gravelines





Bétonnage du tunnelier et du train suiveur

# Dunkerque - Terminal Méthanier EDF – Galerie Hydraulique



**Flamanville - Centrale EPR**  
**Galerie de rejet**



# Flamanville – EDF – Centrale EPR – Galerie de rejet

2 tranches en fonctionnement, de 1300 MW chacune  
3<sup>ème</sup> tranche en cours de construction : "EPR" (European Pressurized Reactor)

Refroidissement par circuit ouvert à l'eau de mer

Prise en mer par un chenal d'amenée

Évacuation par gravité par une galerie sous-marine (T° rejet + 12°)



# Flamanville – EDF – Centrale EPR – Galerie de rejet



Puits en mer  
(profondeur 60 m)

Puits à terre Ø 5 m  
(profondeur 160 m)

**Projet initial**

Galerie de rejet prévue en méthode traditionnelle (660 m)

Puits en mer

Puits à terre élargi à 10 m  
(profondeur 30 m)

**Ouvrage réalisé**

Galerie de rejet réalisée au tunnelier (870 m)

**Diamètre 5 m**



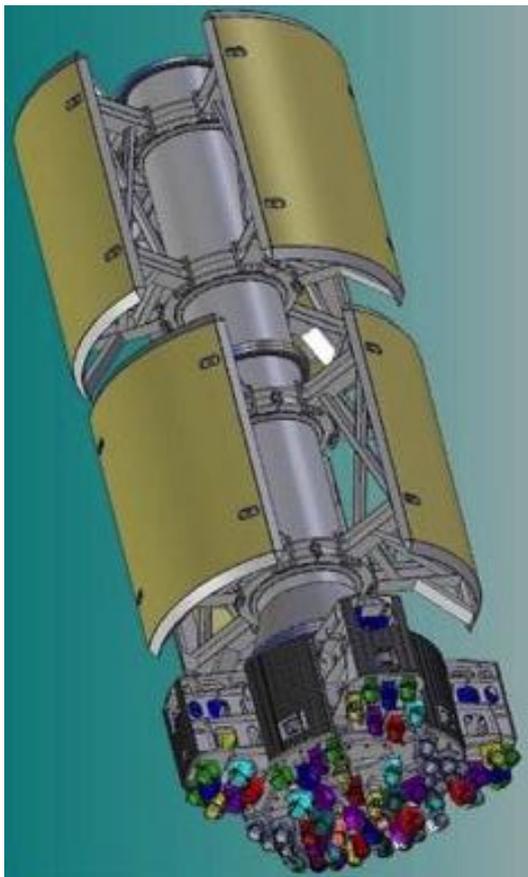
## Réalisation du puits en mer

- Profondeur : 63 m
- Diamètre de forage : 5,85 m
- Liner métallique : 290 tonnes
- Diffuseur en béton armé : 460 tonnes



Réalisation par forage vertical depuis une plateforme

## La tête de forage



## Outil de forage



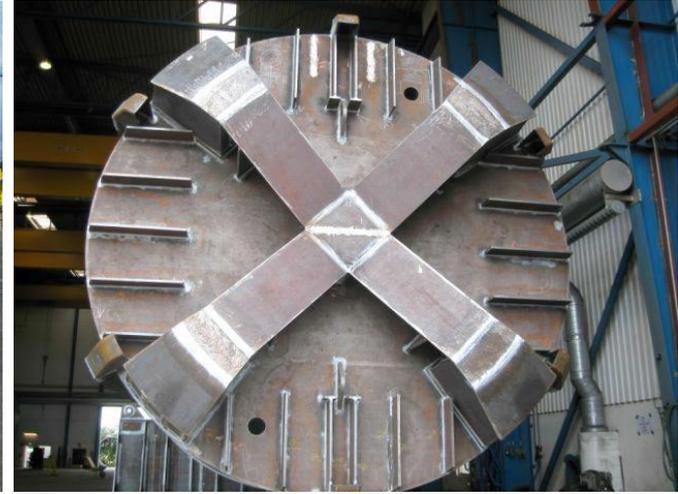
Détail d'une molette

### Caractéristiques de l'outil

- 70 molettes
- Charge de 1 à 3 tonnes appliquée par molette
- Diamètre de forage variable de 6,45 m à de 5,85 m
- Pose d'un "casing" à l'avancement

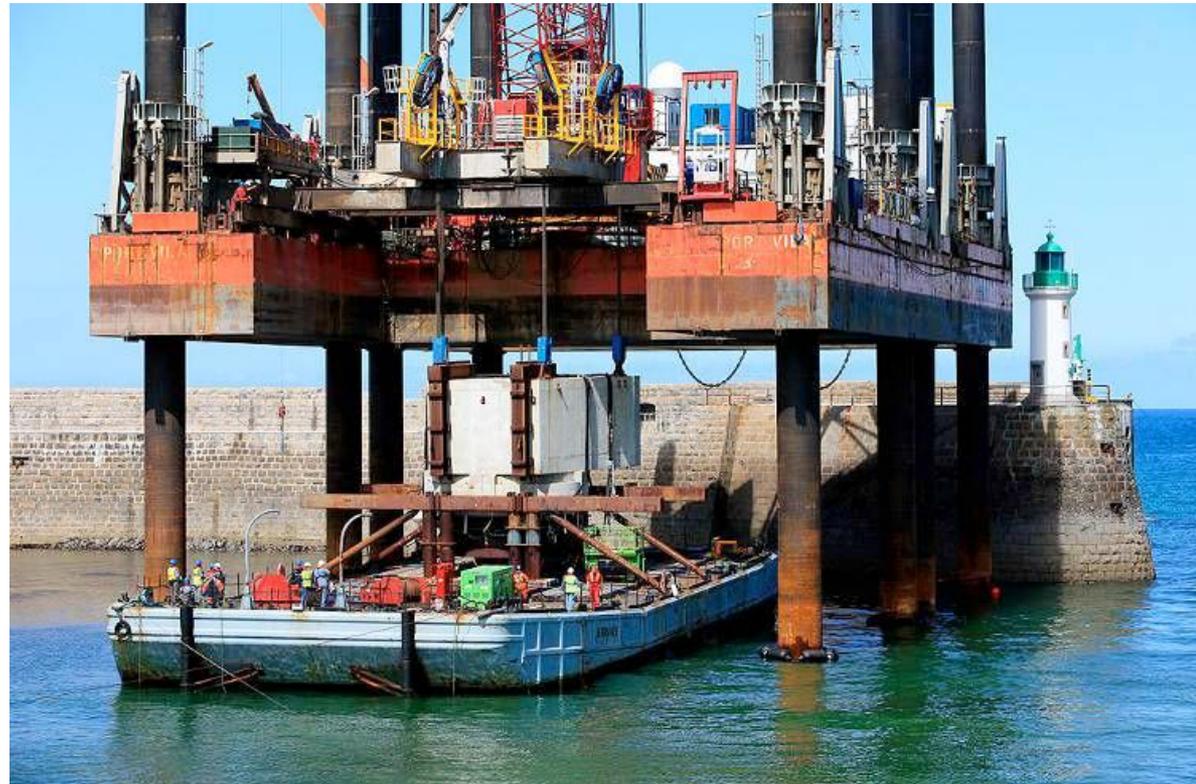
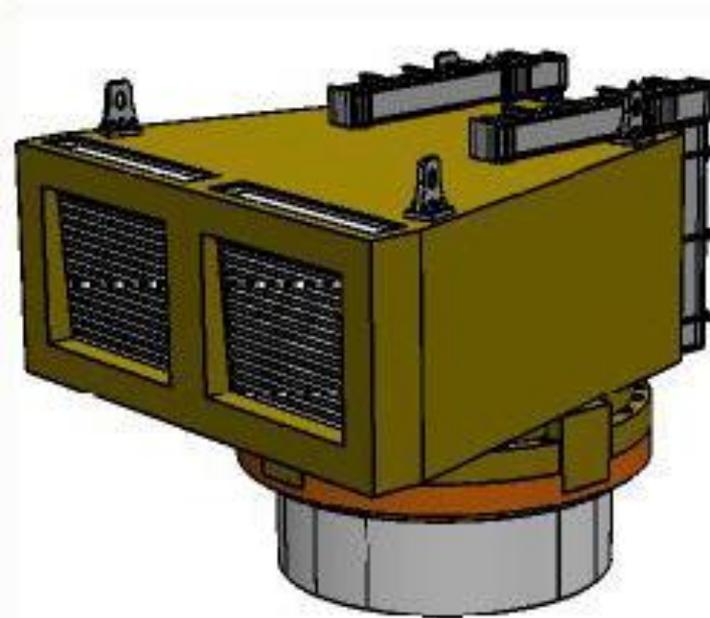
## Réalisation du puits en mer

### Liner (diamètre 5 m)



## Réalisation du puits en mer

### Le diffuseur

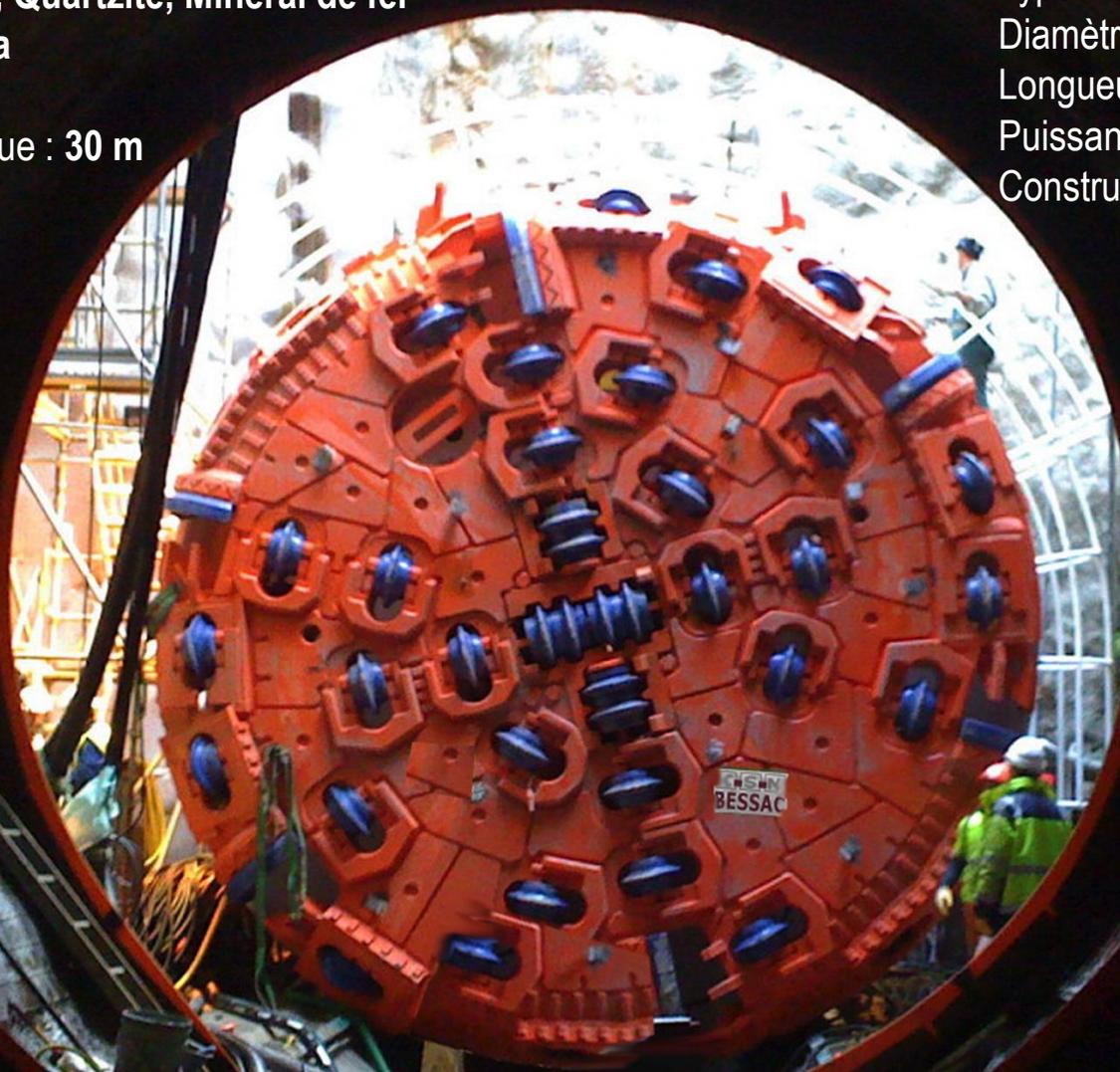


## Réalisation du tunnel : Le tunnelier

Géologie : **Granite, Quartzite, Minerai de fer**

- $R_{c \text{ max}}$  : **400 MPa**
- Densité  $_{\text{max}}$  : **5**
- Charge hydrostatique : **30 m**

Type machine : **Slurry**  
Diamètre excavation : **6,15 m**  
Longueur TBM: **12 m**  
Puissance installée : **3500 kVA**  
Constructeur : **Herrenknecht**



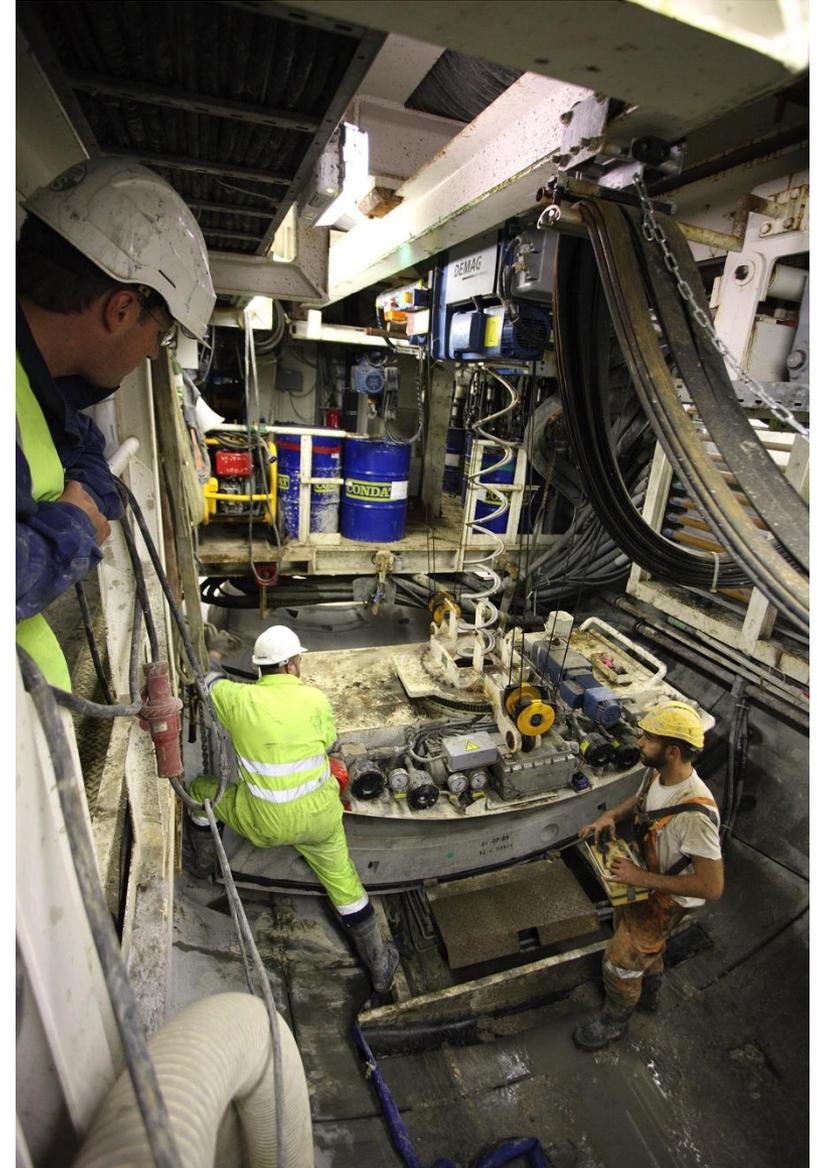
Nbre remorques TS : **9**  
Longueur totale : **91 m**

## Réalisation du tunnel : la centrale de séparation



- Surface au sol : 1400 m<sup>2</sup>
- Capacité : 1200 m<sup>3</sup>/h
- 1 assemblage de modules sur trois étages assurant le criblage, le dessablage et le dessiltage
- 1 filtre presse

Réalisation du tunnel





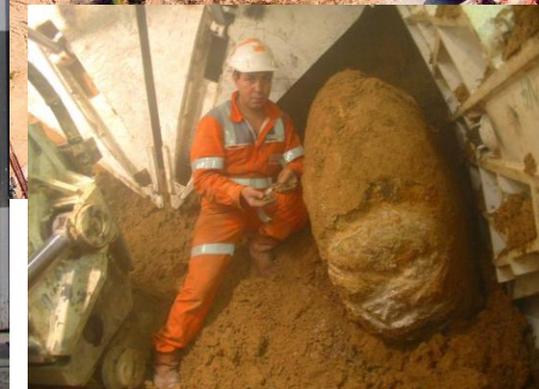




## HONG-KONG – CHINA LIGHT POWER GALERIES TECHNIQUES POUR CÂBLES ÉLECTRIQUES 400 kV



Galerie TUEN MUN - Ø 3,20 m - Longueur 250 m.



**Géologie :**

- Remblais, blocs, argiles molles
- Charge d'eau : 20 m

**Galerie TSZ WAN CHAN - Longueur 600 m**



**Géologie :**

- Arènes granitiques, granite

HONG-KONG – CHINA LIGHT POWER - GALERIES TECHNIQUES POUR CÂBLES ÉLECTRIQUES



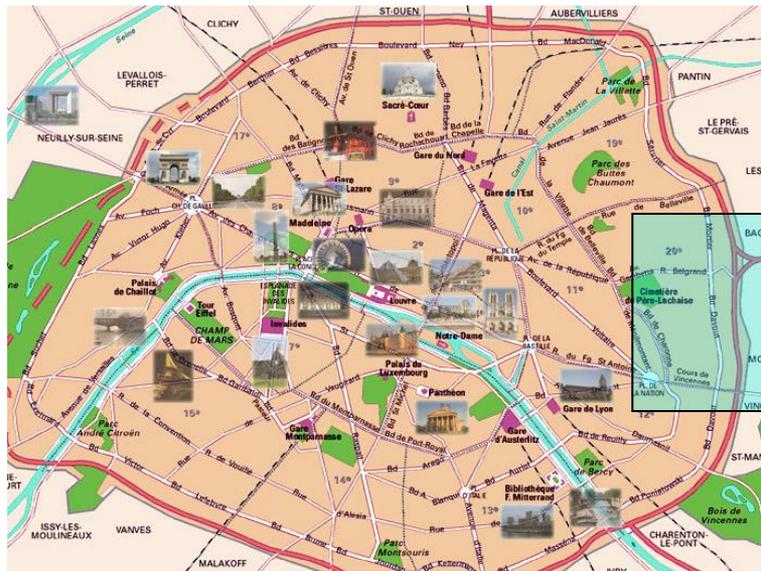
## Paris - Galerie technique pour chauffage urbain



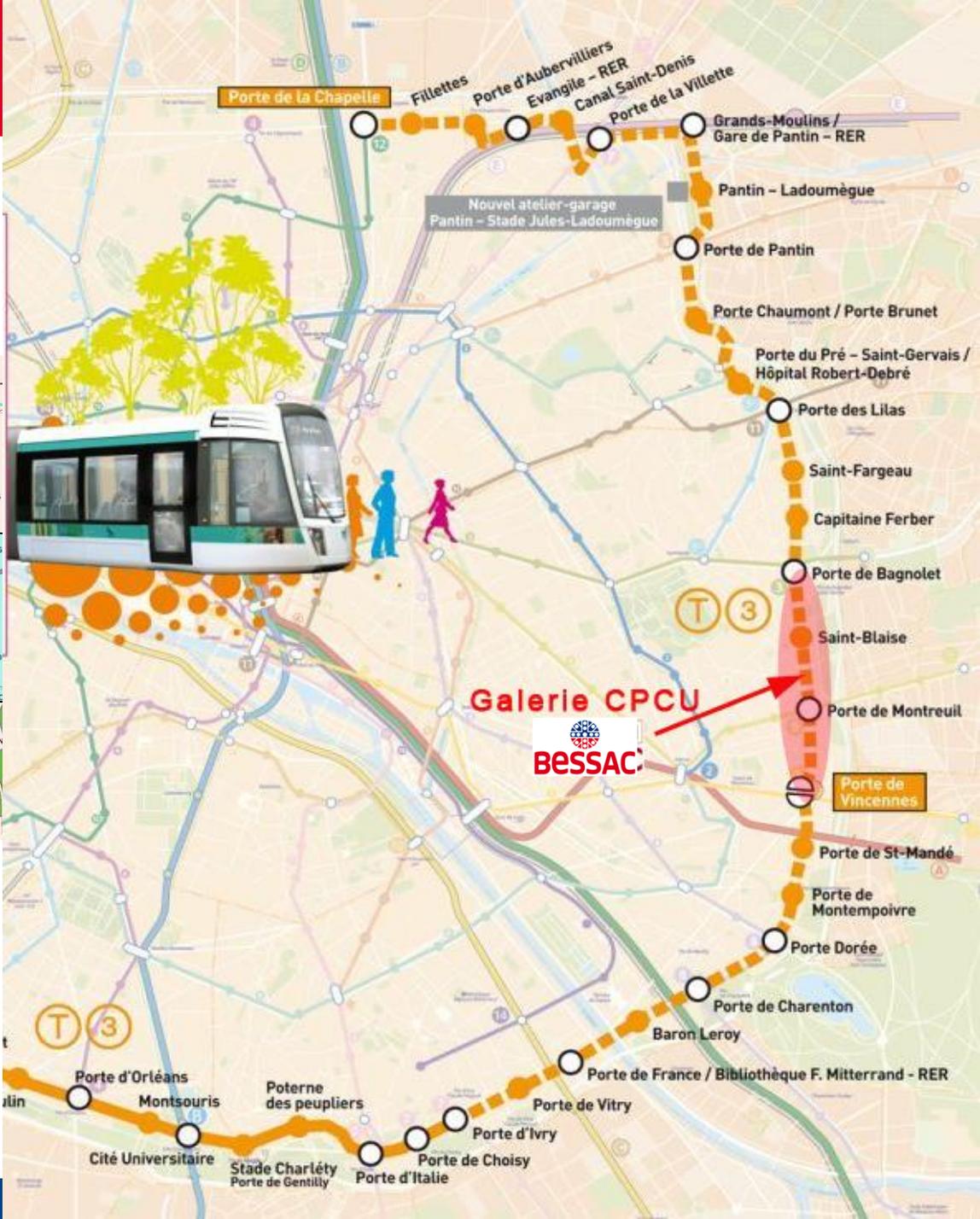


# Paris - Galerie technique pour chauffage urbain

## Déplacement du réseau CPCU dans la cadre de la construction de la ligne T3 du tramway à l'est de Paris

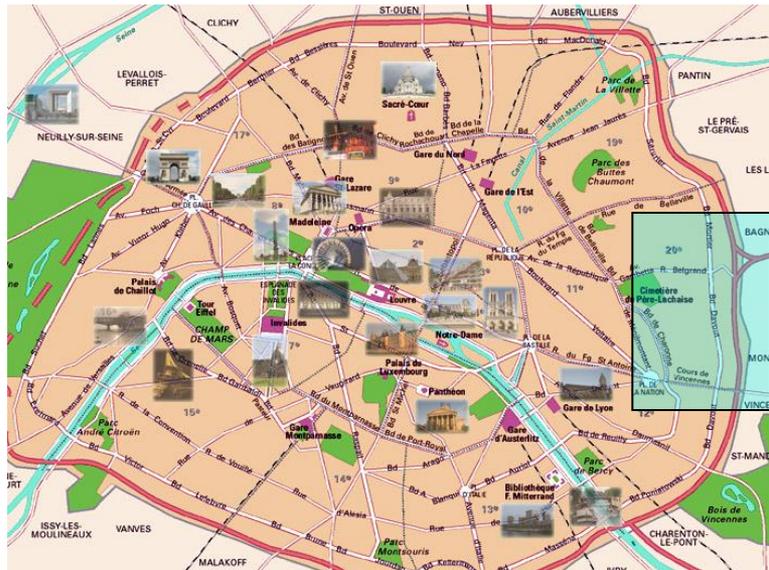


Galerie réalisée au tunnelier  
Diamètre : 3,08 m  
Longueur : 2200 m



# Paris - Galerie technique pour chauffage urbain

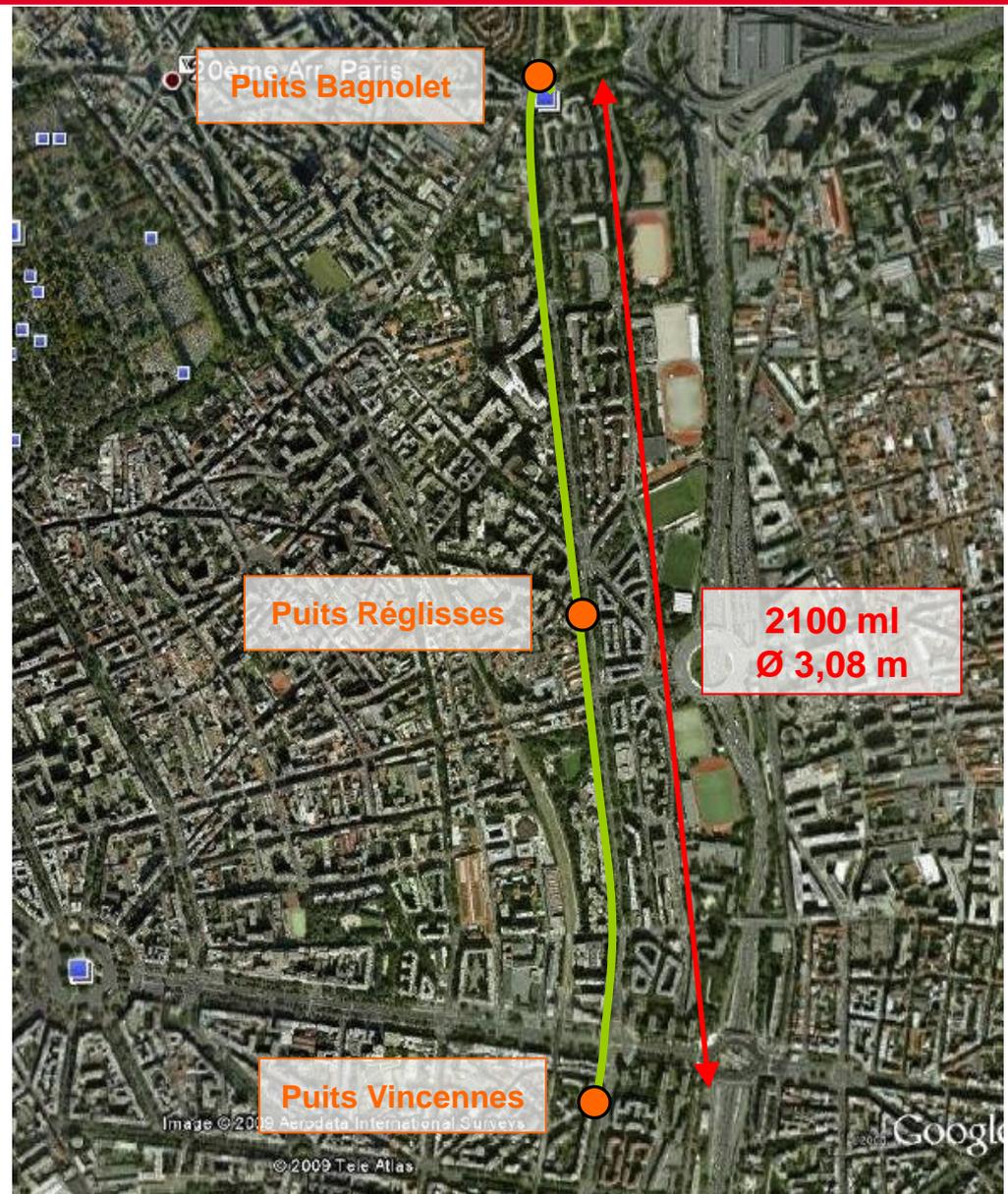
Déplacement du réseau CPCU dans le cadre de la construction de la ligne T3 du tramway à l'est de Paris



Galerie réalisée au tunnelier

Diamètre : 3,08 m

Longueur : 2100 m



# Paris - Galerie technique pour chauffage urbain



**Creusement au tunnelier à attaque ponctuelle**  
**Confinement par air comprimé**  
**Géologie : Marno-calcaires sous nappe**

# Paris - Galerie technique pour chauffage urbain

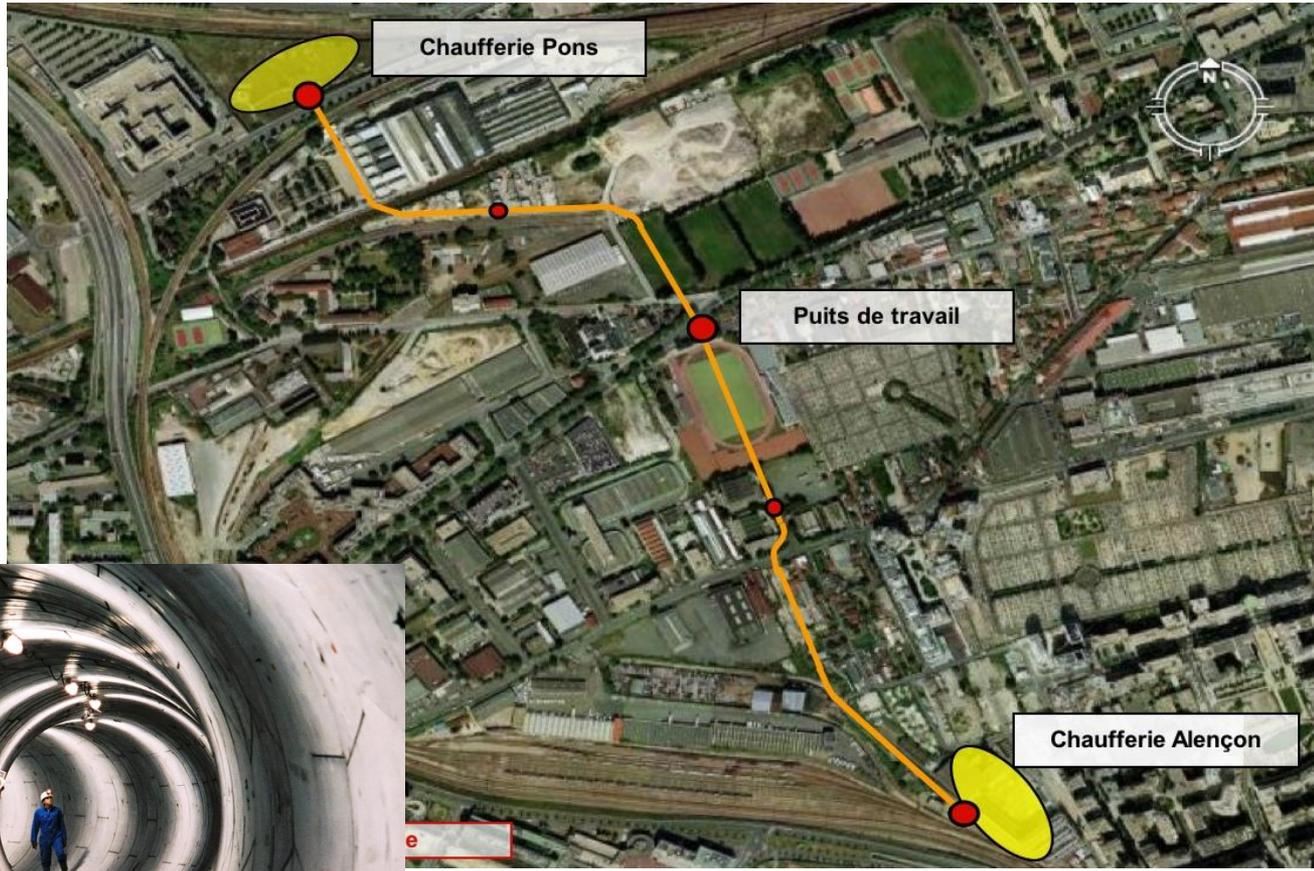


# Paris - Galerie technique pour chauffage urbain



# Paris - La Défense - Enertherm - Galerie technique pour chauffage urbain

Diamètre : 3,08 m  
Longueur : 1400 m



# Paris - La Défense - Enertherm - Galerie technique pour chauffage urbain



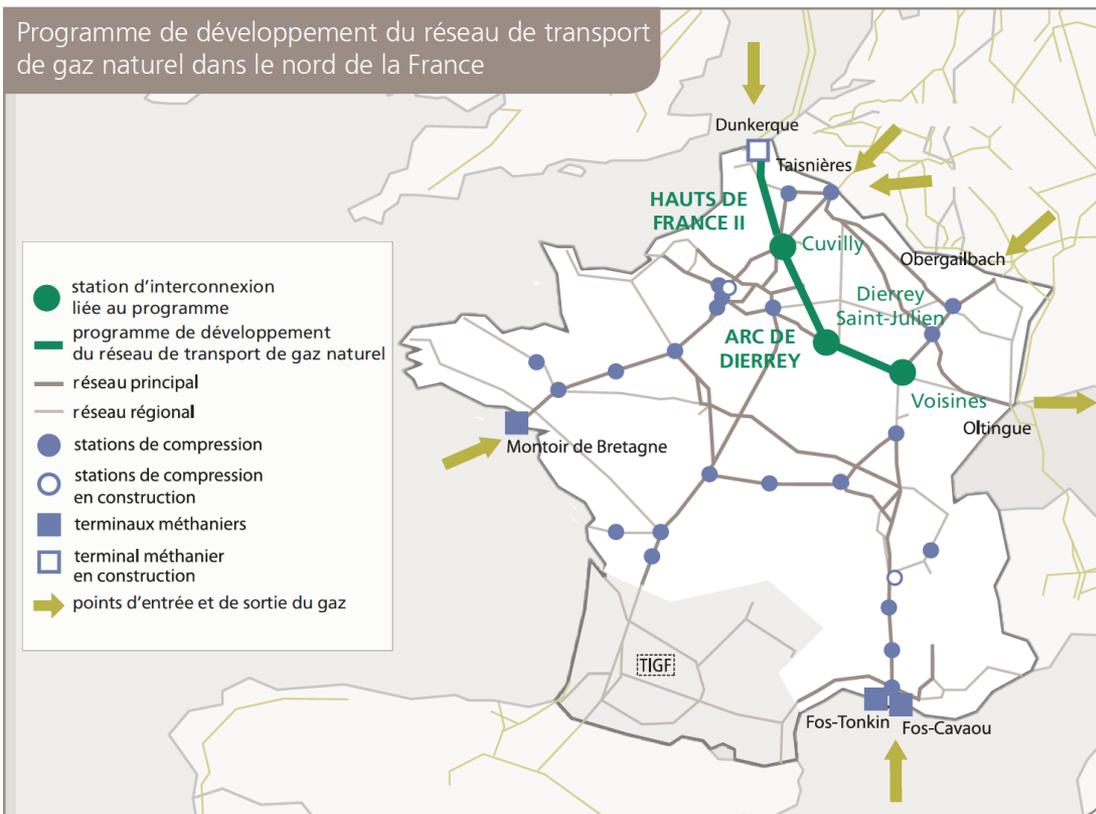
## GAZODUC – ARC DE DIERREY





## Gazoduc DN 1200 300 km

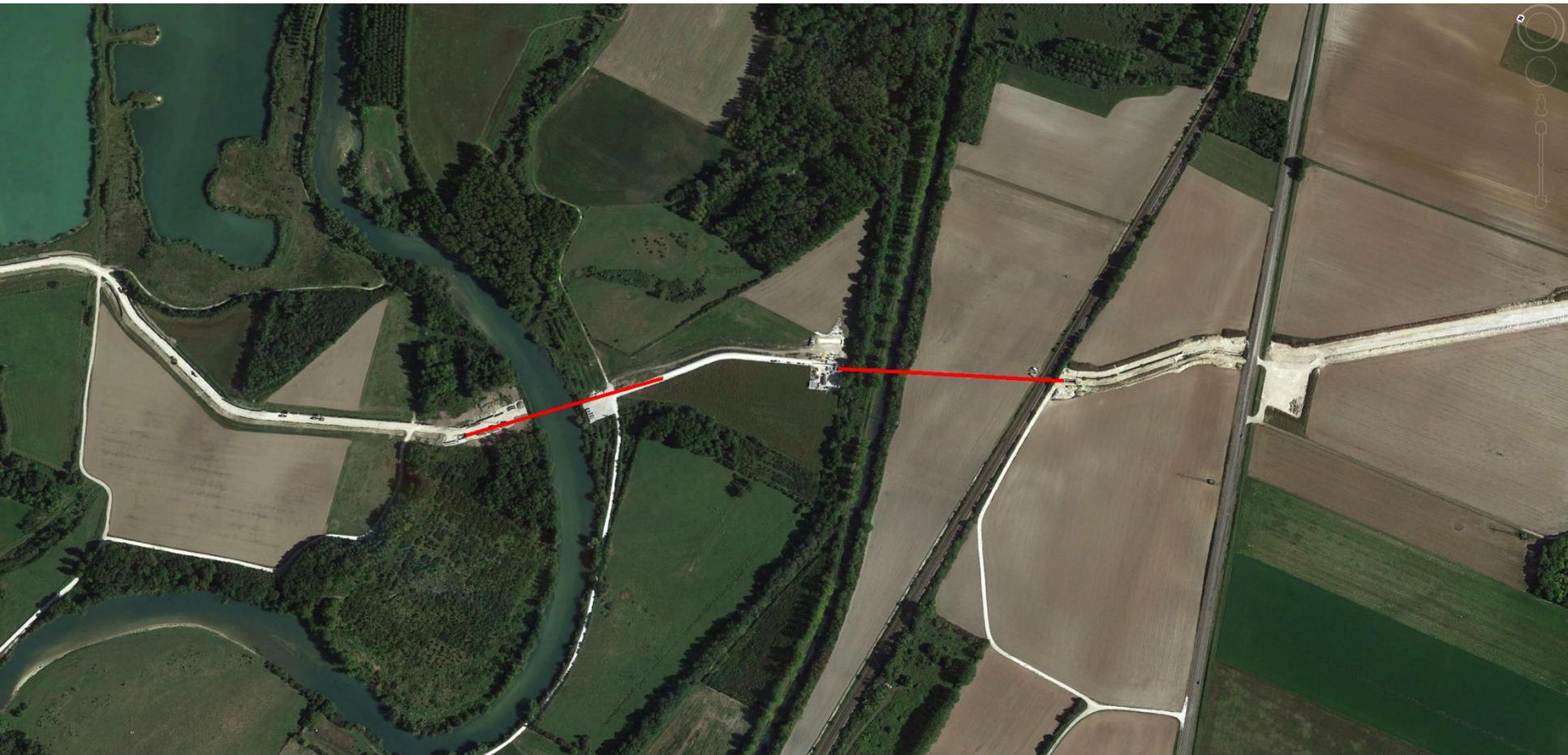
Programme de développement du réseau de transport de gaz naturel dans le nord de la France



# GAZODUC – ARC DE DIERREY

- Traversée de la Seine (250 m)
- Traversée d'un canal + voie ferrée (250 m)
- Diamètre : 1600 mm
- Géologie : Craie fracturée – Hauteur d'eau 10 mètres.

**Fonçage au Microtunnelier**



# GAZODUC – ARC DE DIERREY



## SCPX (South Caucasus Pipeline Expansion)

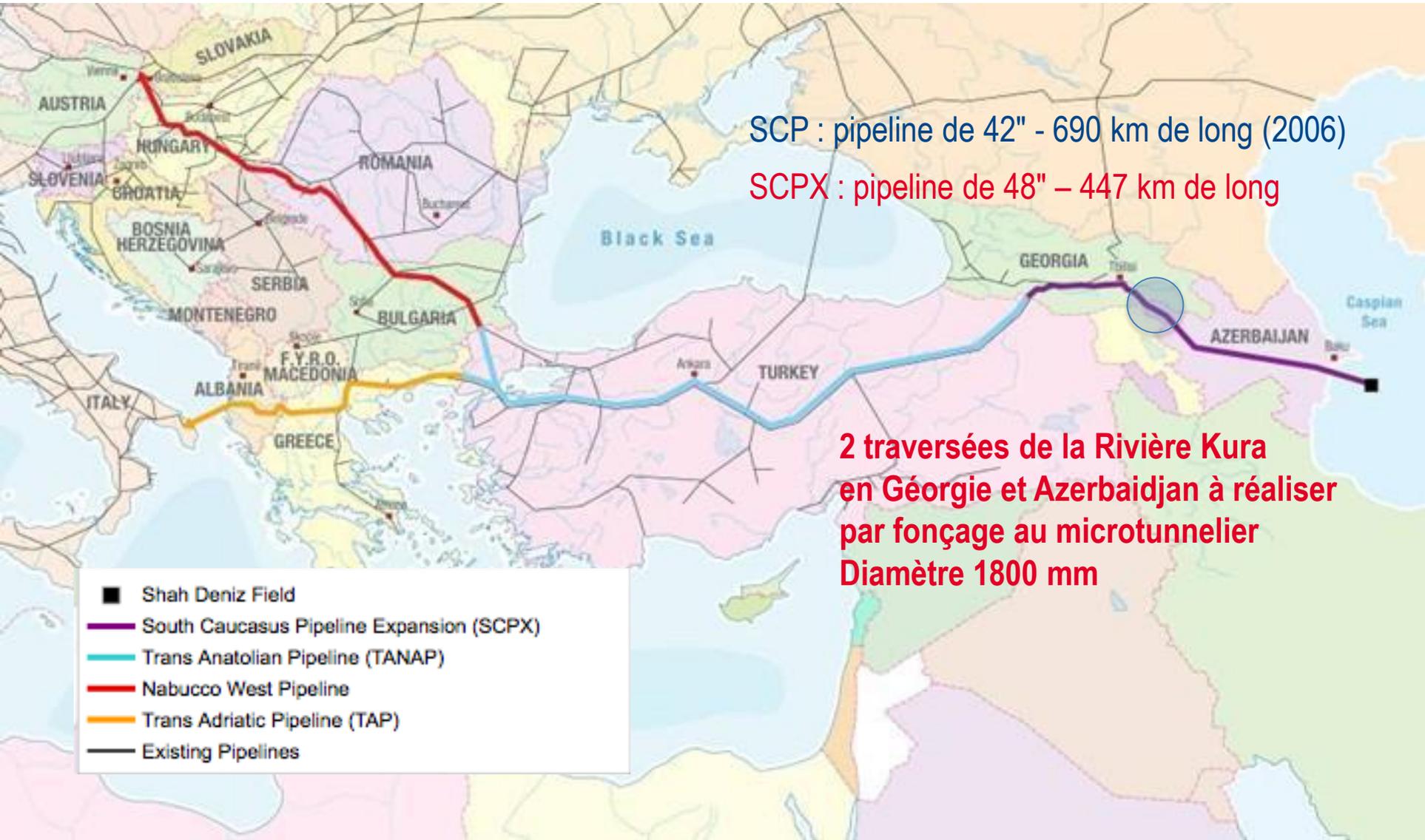


# SCPX (South Caucasus Pipeline Expansion)



# SCPX (South Caucasus Pipeline Expansion)

Doublément d'un gazoduc reliant la plateforme d'exploitation du gisement Shah Deniz, dans la mer Caspienne au large de l'Azerbaïdjan, à la Géorgie



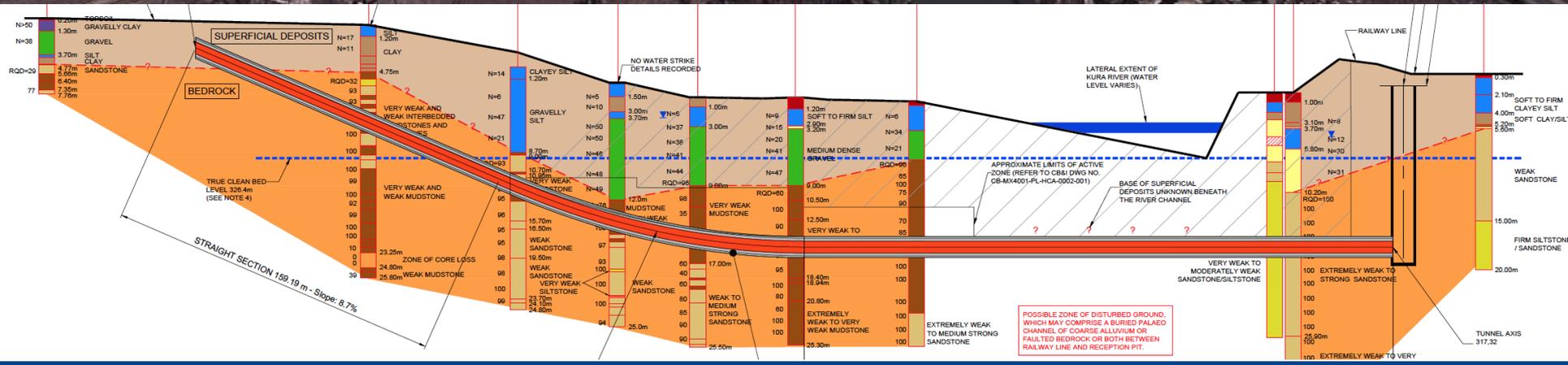
# SCPX (South Caucasus Pipeline Expansion)

## GÉORGIE (Tbilissi)



Longueur : 600 m  
 Profondeur maxi : 20 m

Géologie  
 Substratum rocheux : Grès fracturés







## Microtunnelier AVN 1800

Terrain très abrasifs et de forte résistance :

- Design et construction d'une roue de coupe spéciale
- Modification du système de concassage

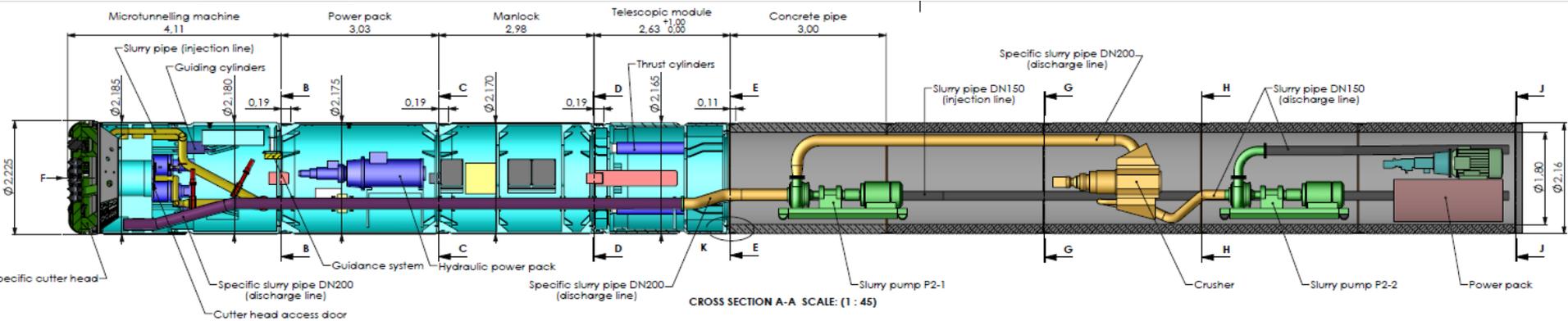


- Modification du cône de concassage (concassage primaire plus gros)
- Augmentation des ouvertures de départ et du diamètre de tuyaux de marinage
- Installation d'un concasseur secondaire à l'arrière de la machine
- Installation d'une caméra endoscopique pour inspecter les outils de la roue de coupe.

# SCPX (South Caucasus Pipeline Expansion)

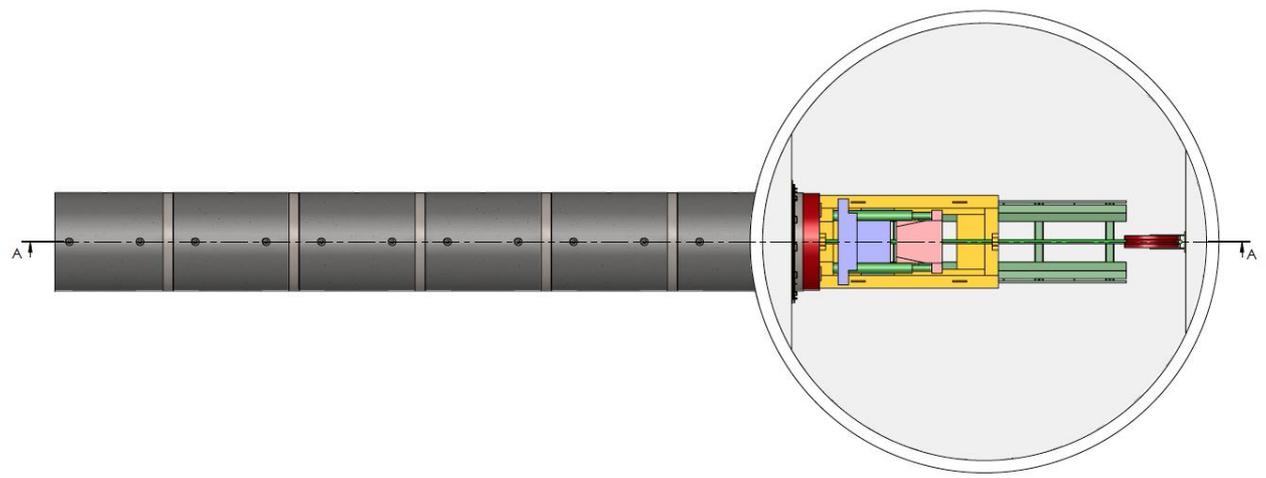
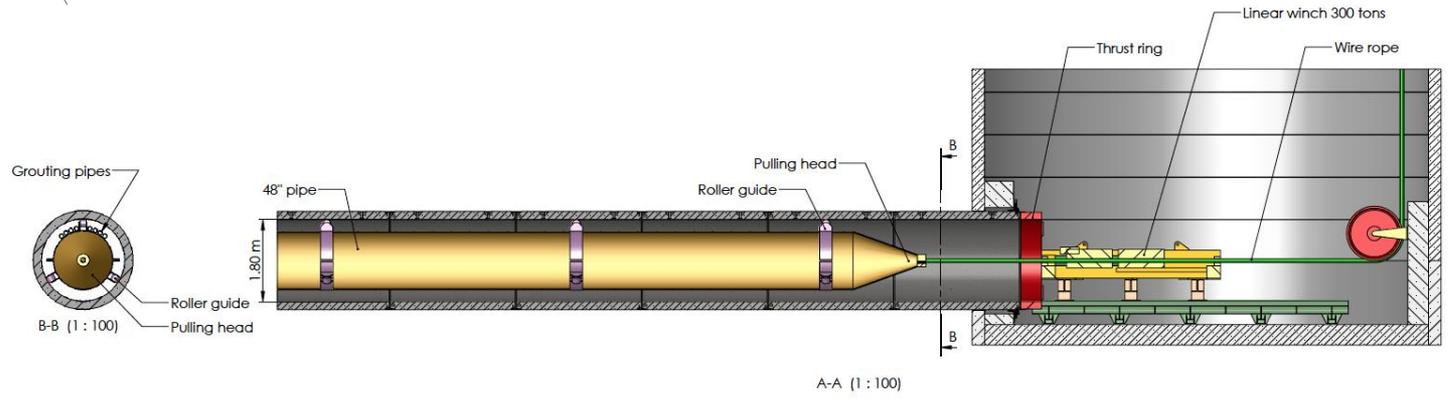
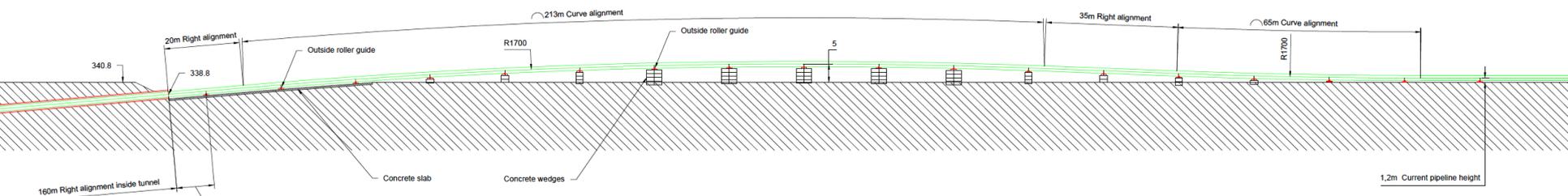
## Microtunnelier AVN 1800

### Microtunnelier constitué de 4 modules



# SCPX (South Caucasus Pipeline Expansion)

## Opération d'enfilage du pipe-line 48"



# GAZODUC – GIRLAND

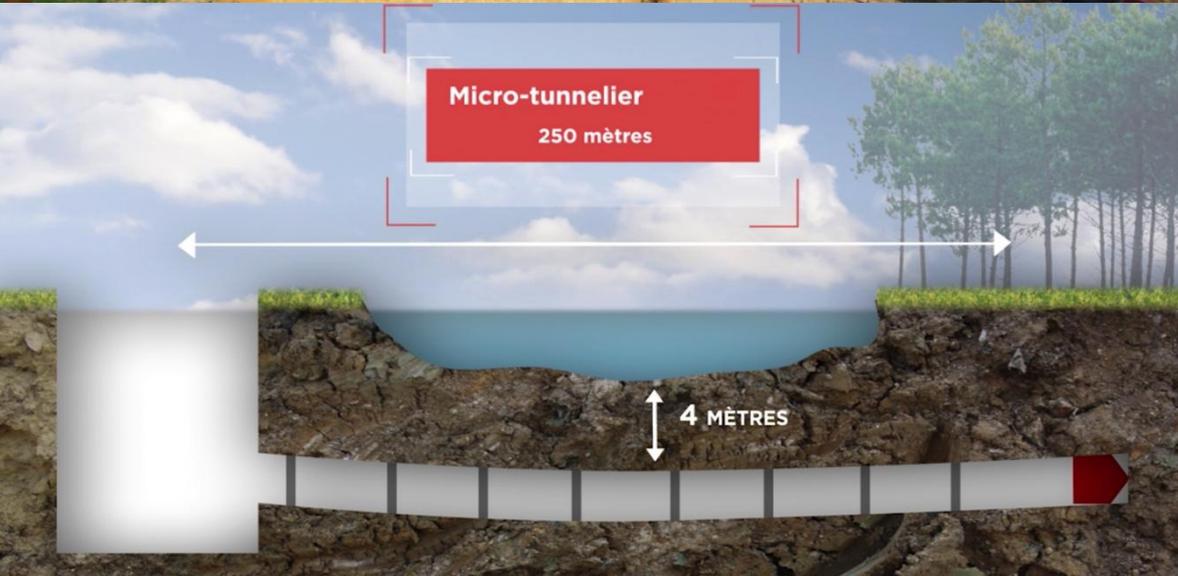
**TIGF**



# TIGF – GIRLAND

RENFORCEMENT D'UN GAZODUC DN 900

Traversée d'une rivière par microtunnelier  
(Ø 1400 mm – 250 m)



**TIGF**  
**PRESENTE**



*Merci de votre attention*

