CERIU INFRA CONGRÈS | 20E ÉDITION 2014

# Techniques "sans tranchée" :
## Les MICROTUNNELIERS & les TUNNELIERS

- Applications
- Avantages
- Critères de choix techniques,
- Description des techniques,
- Exemples de réalisations

**Jean-Noël Lasfargue**
Directeur Commercial

C.S.M BESSAC

# Applications

## Des techniques de constructions qui ne s'appliquent pas qu'à des ouvrages prestigieux…

# Applications

- Collecteurs d'assainissement
- Réseaux d'eau potable,
- Stockage d'eau pluviale
- Gazoducs, oléoducs
- Galeries techniques
- Émissaires de rejet / Prise en mer

- Passages pour piétons
- Métros
- Ouvrages routiers
- ...

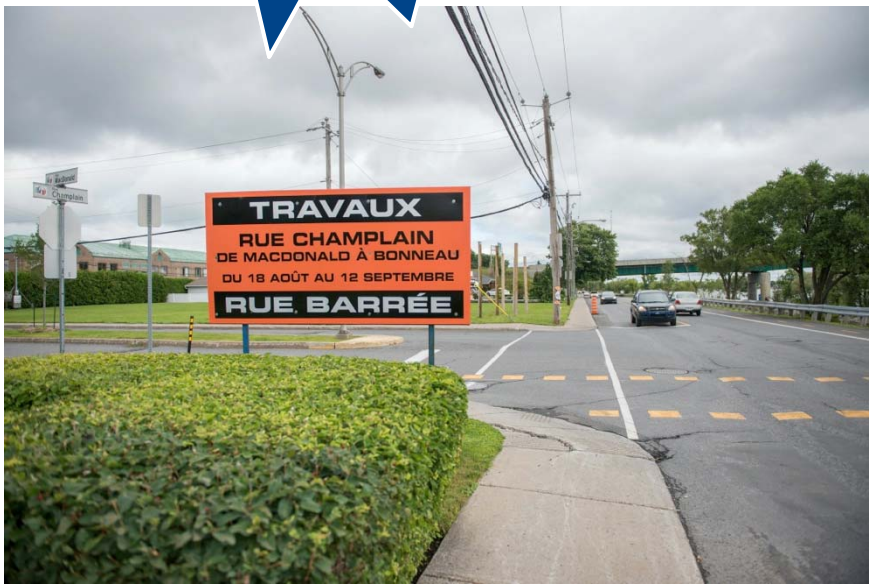
**Diamètres à partir de 500 mm**

**Longueurs : de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres**

# Les avantages de ces techniques

# Diminuer les nuisances

- **Restrictions de circulation**



# Diminuer les nuisances

## • Trafic de camions

**Exemple :**

**Réalisation d'un collecteur Ø1800 mm - Longueur 1000 m - profondeur 6 m.**

**Réalisation en tranchée : 29000 m³ de déblais et 25000 m³ de remblais**

**soit 6700 camions**

**Réalisation en souterrain : 5700 m³ de déblais**

**soit 700 camions**

## • Bruit, poussières, pollution,

## • Pertes d'exploitation des commerces

S'affranchir des difficultés de réalisation

- **Profondeur importante**

S'affranchir des difficultés de réalisation

- **Présence de réseaux ou d'ouvrages superficiels**

# S'affranchir des difficultés de réalisation

- **Accès difficiles, faibles surfaces disponibles**

## Sites escarpés

## Rues étroites

## Traversée de rivières, ouvrages sous-marins

S'affranchir des difficultés de réalisation

- **Géologie contraignante**

**Terrains sous nappe phréatique :**

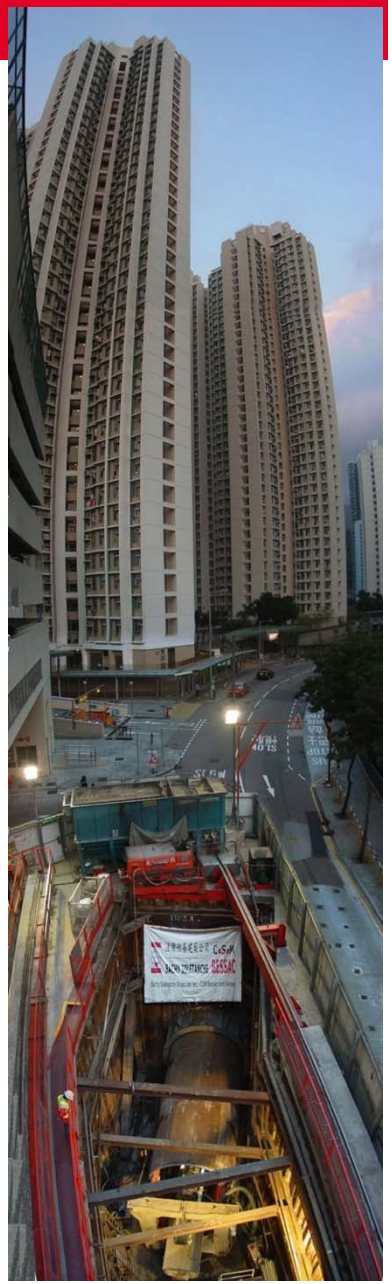
- Matériels **parfaitement adaptés au creusement sous nappe**
- Réalisation **sans rabattement de nappe** qui est toujours source de tassements.

**Rocher :**

Matériels **mieux adaptés à l'attaque de la roche** que les matériels de terrassement classiques

S'affranchir des difficultés de réalisation

- **Passage sous des ouvrages sensibles**



# D'autres avantages

- **Les chantiers ne sont pas affectés par les intempéries**
- **Les tassements de surface sont maîtrisés**
- **Pas de marquage de chaussées**
- **Réduction des coûts indirects**
  - **Remises en état,**
  - **Réfections de chaussées,**
  - **Coordination**

# Quelques exigences de ces techniques

- Bonnes investigations géotechniques
  - Nombreux sondages, destructifs, carottés
  - Essais : Granulométries, perméabilités, résistance à la compression, abrasivité

- Le choix d'une technique de réalisation adaptée aux contraintes est une obligation pour la réussite du chantier

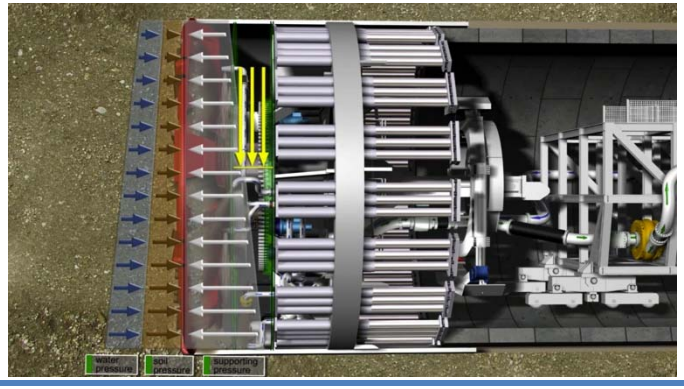
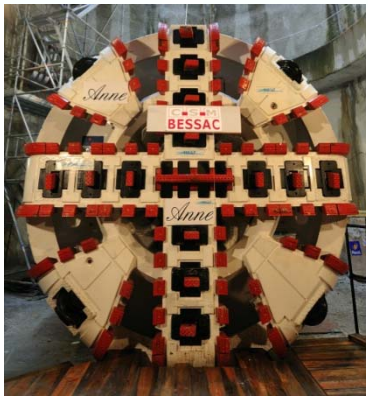
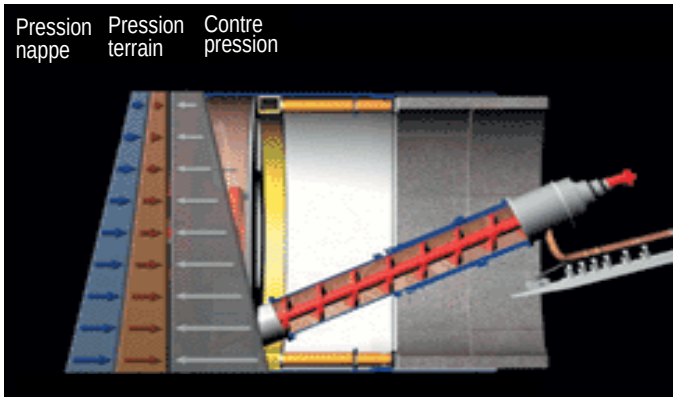
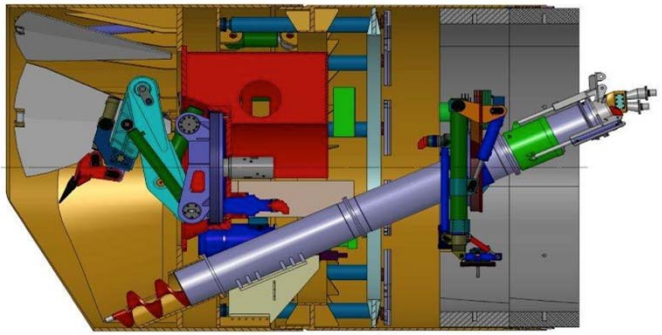
- Ces travaux doivent être réalisés par des entreprises spécialisées qui maîtrisent les techniques

- De gros investissements en matériels spéciaux sont nécessaires

# Critères de choix techniques

# Critères de choix relatifs à la GÉOLOGIE

*Modes d'ABATTAGE, de CONFINEMENT*

| | Mode d'abattage | Pression de confinement | Evacuation des déblais | Géologie |
|---|---|---|---|---|
| MICROTUNNELIERS / TUNNELIERS | | Pression de boue   | ← Par circulation de boue (marinage hydraulique) → | Tous types de terrains, meubles et rocheux.<br>Sables et graves,<br>Terrains argileux |
| |   | Pression de terre   | → Par trains | Tous types de terrains, meubles et rocheux.<br>Terrains argileux<br>Sables et graves |
| | | Pression d'air  | → Par trains | Terrains meubles à compacts<br>(Rc < 40 Mpa) |

# Choix entre 2 technologies

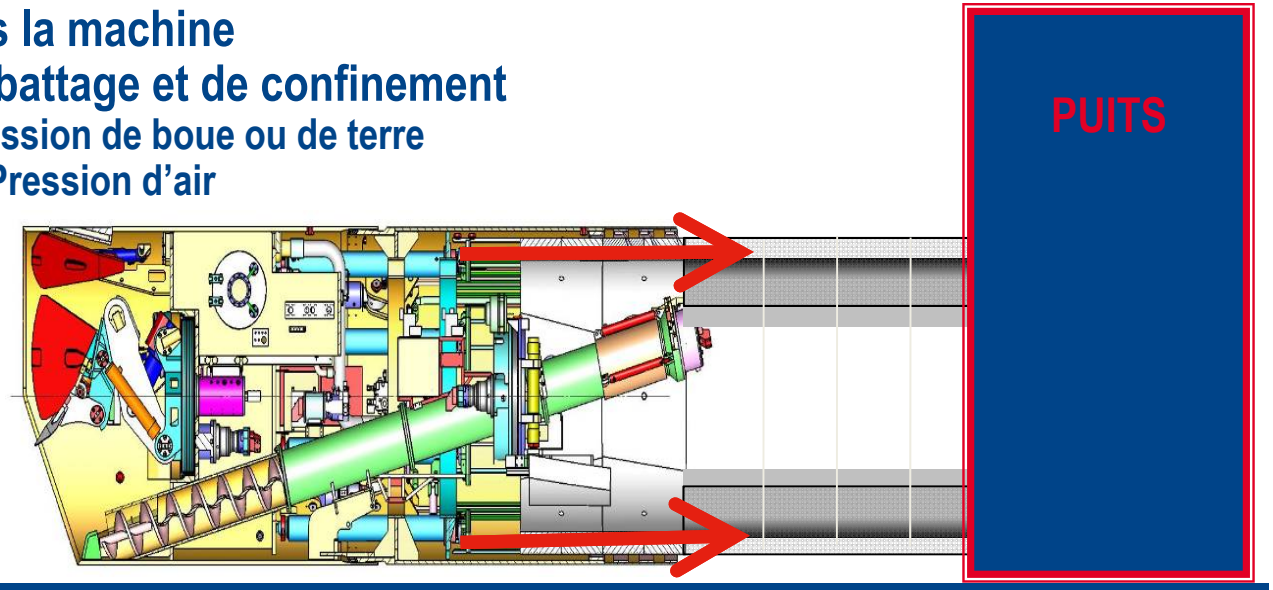
## Les microtunneliers (Ø < 3 m)

- Machines pilotées à distance : Il n'y pas d'homme dans le tunnel
- Une seule technique d'abattage et de confinement
  - ✧ Abattage global (roue) – Pression de boue
- Le revêtement mis en œuvre est constitué de tuyaux poussés : C'est le fonçage horizontal

## Les tunneliers (Ø > 2 m)

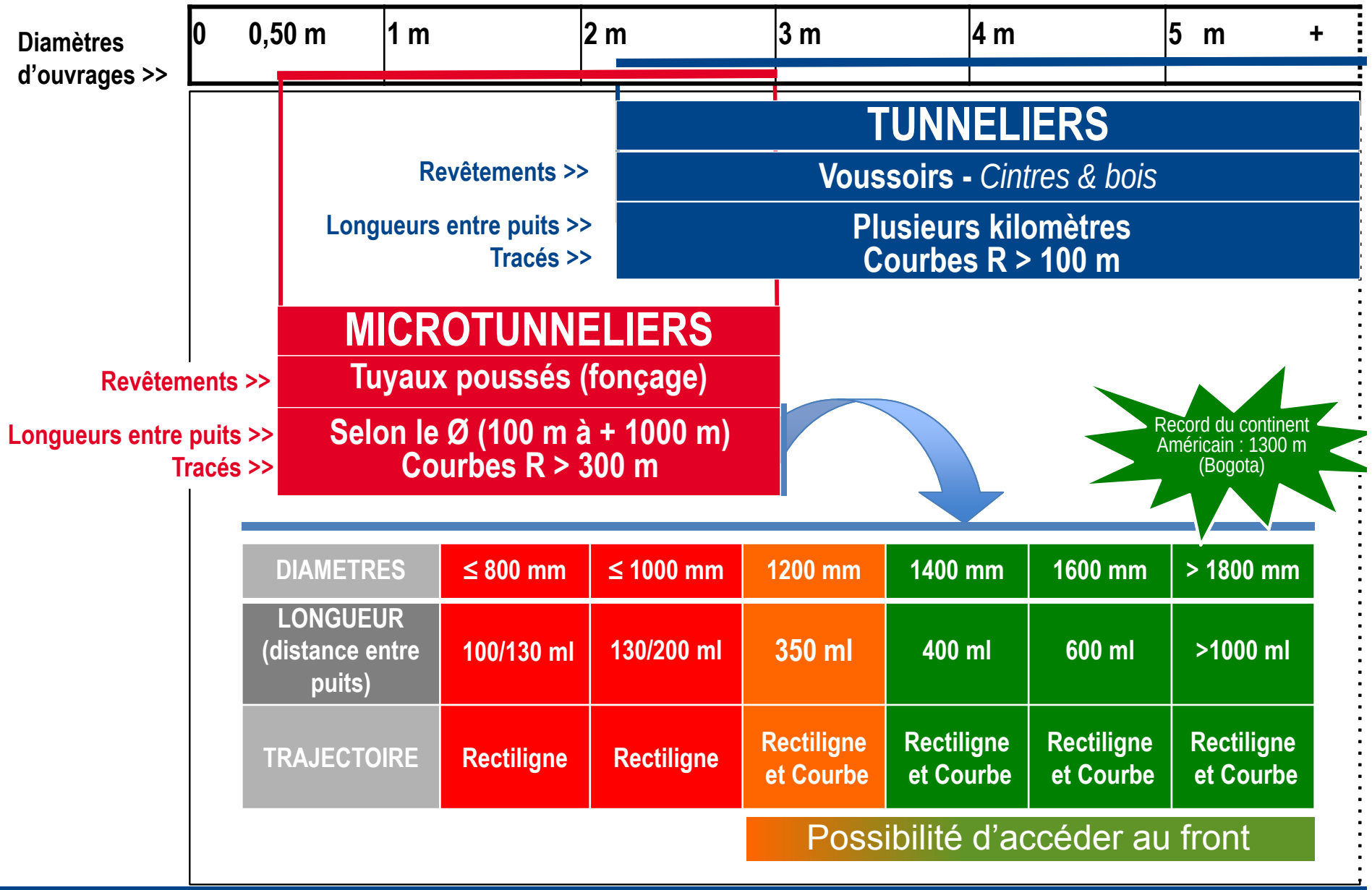
- Les opérateurs sont dans la machine
- Plusieurs techniques d'abattage et de confinement
  - ✧Abattage global (roue) - Pression de boue ou de terre
  - ✧Abattage ponctuel (bras) - Pression d'air

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



# Critères de choix relatifs à la GÉOMÉTRIE

*DIAMÈTRES, TRACÉS (Longueurs entre puits, courbes, revêtements…)*

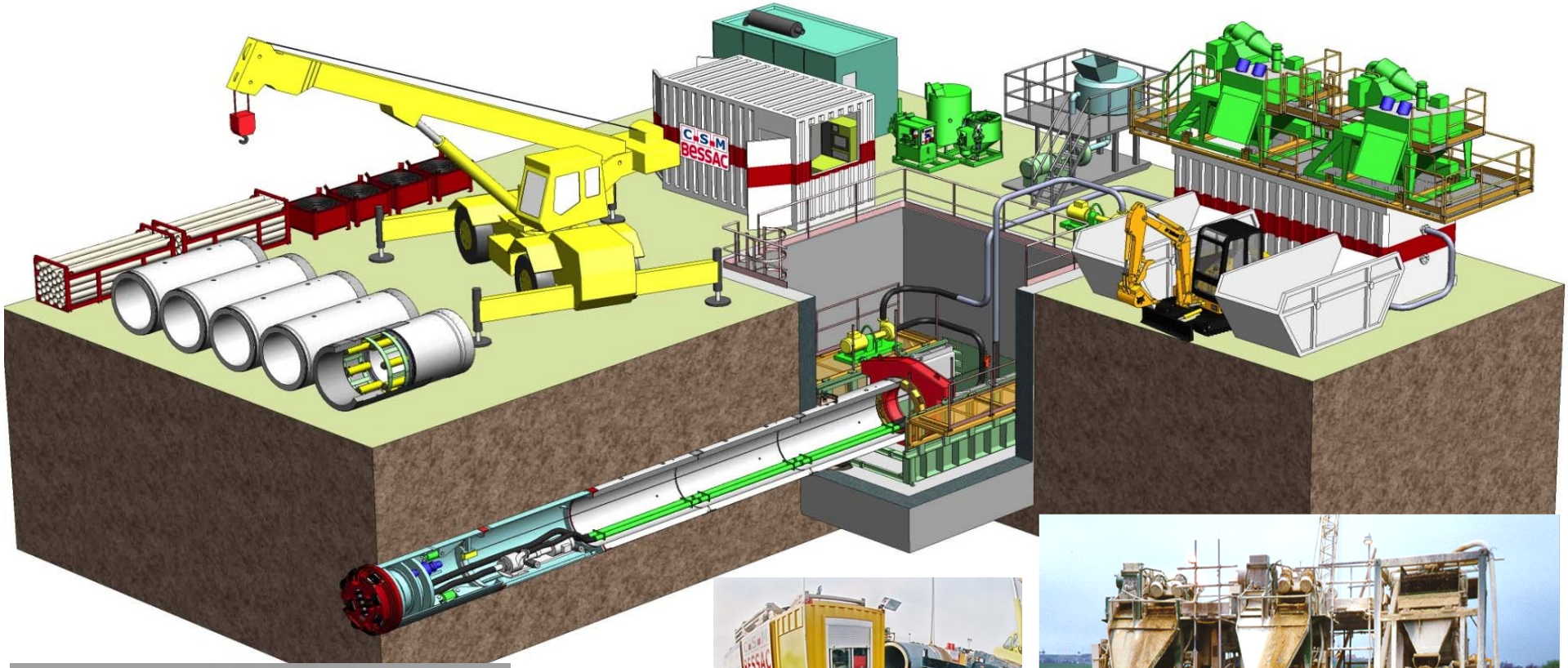


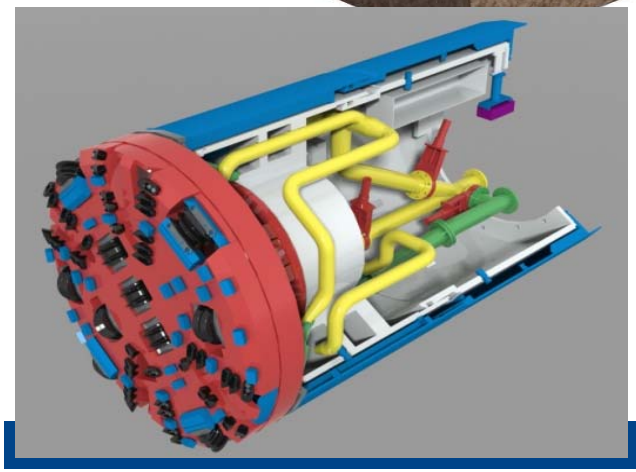

| DIAMETRES | ≤ 800 mm | ≤ 1000 mm | 1200 mm | 1400 mm | 1600 mm | > 1800 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LONGUEUR (distance entre puits) | 100/130 ml | 130/200 ml | 350 ml | 400 ml | 600 ml | >1000 ml |
| TRAJECTOIRE | Rectiligne | Rectiligne | Rectiligne et Courbe | Rectiligne et Courbe | Rectiligne et Courbe | Rectiligne et Courbe |

Possibilité d'accéder au front

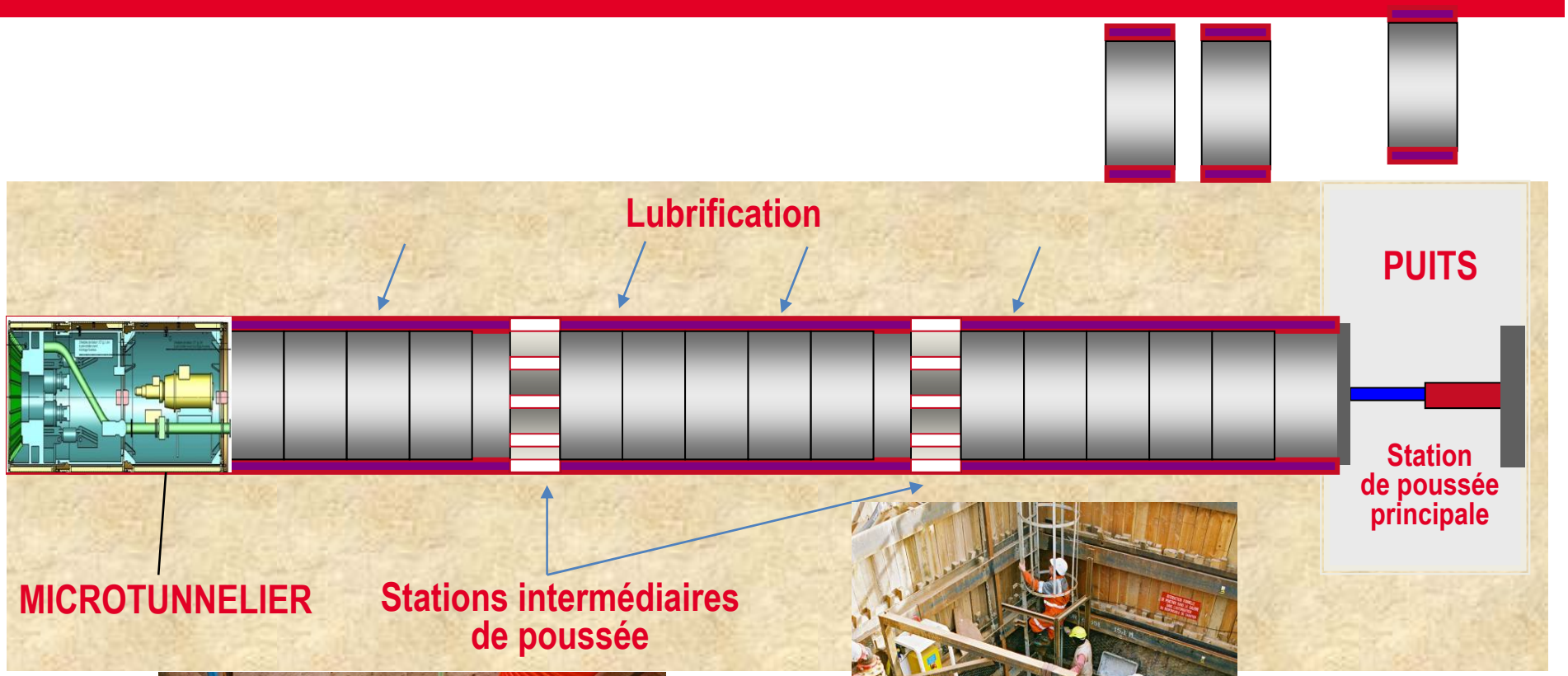
# Les microtunneliers & le fonçage horizontal

# Schéma général d’un chantier



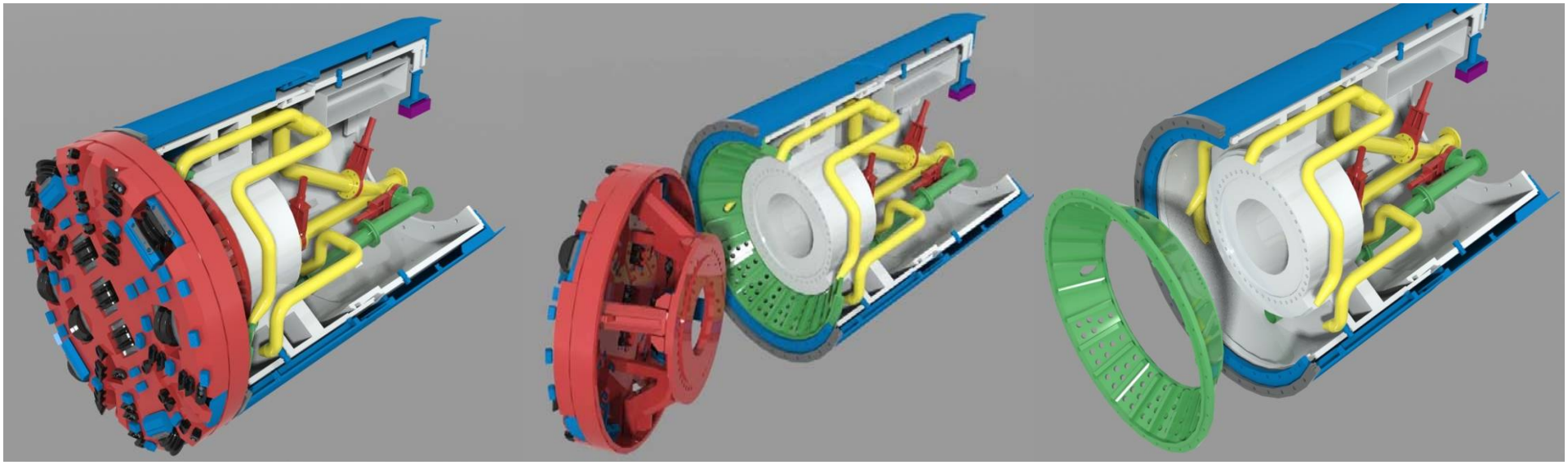



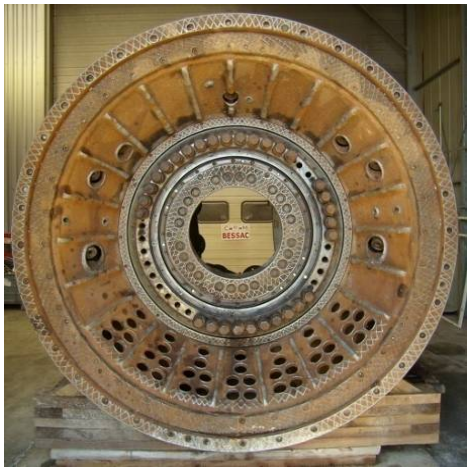
# Les principes du fonçage



- 2 ou 4 vérins selon le diamètre
- Poussée jusqu'à 1400 tonnes

# Principe d’abattage





Roue pour sol meuble

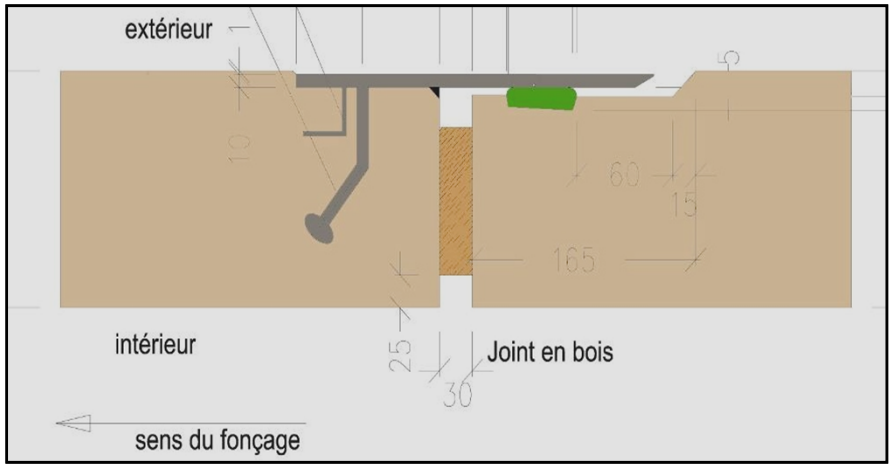
Roue mixte

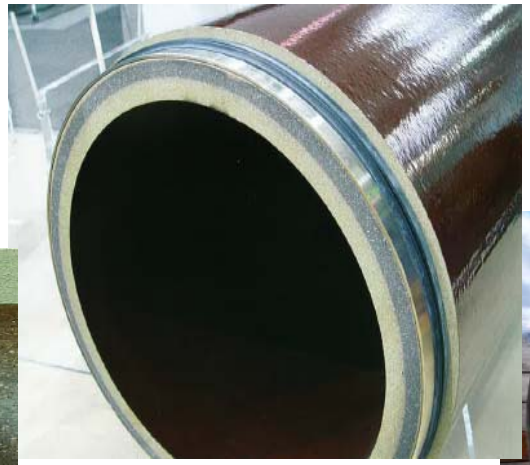
Roue pour le rocher

# Les différents types de tuyaux

## Réseaux gravitaires et à faible pression

- Tuyaux en béton armé
- Tuyaux BA avec membrane PVC ou PEHD
- Tuyaux en béton de résine
- Tuyaux en PRV

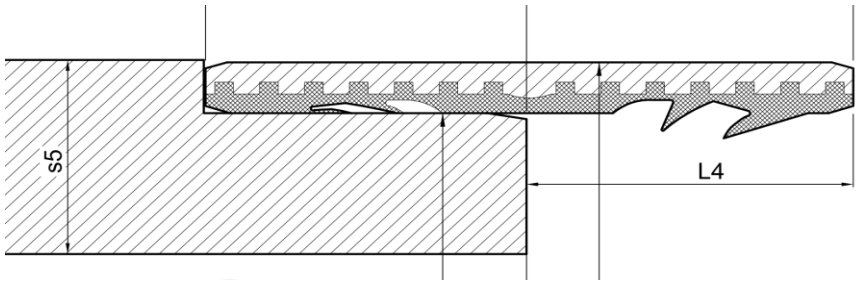




# Les différents types de tuyaux

## Réseaux sous pression

- Tuyaux en béton armé âme tôle
- Tuyaux en PRV - manchette pression
- Tuyaux en acier

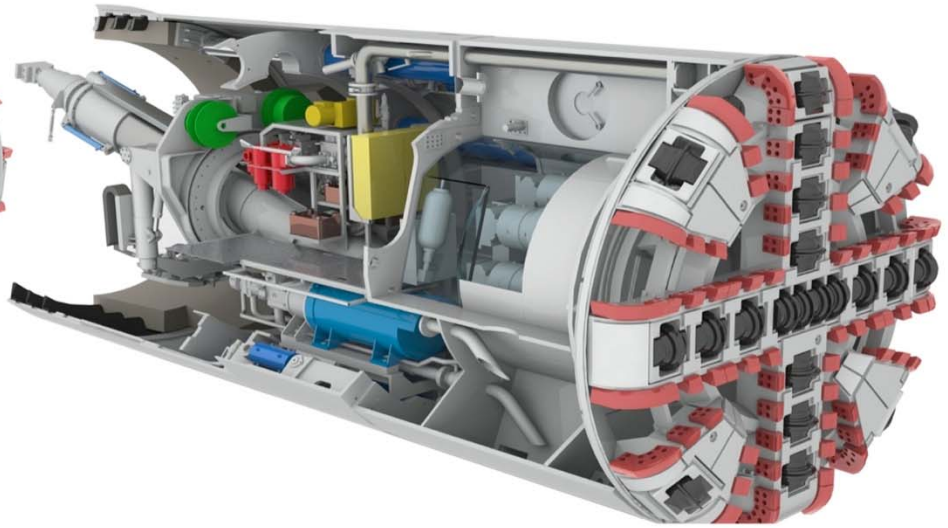


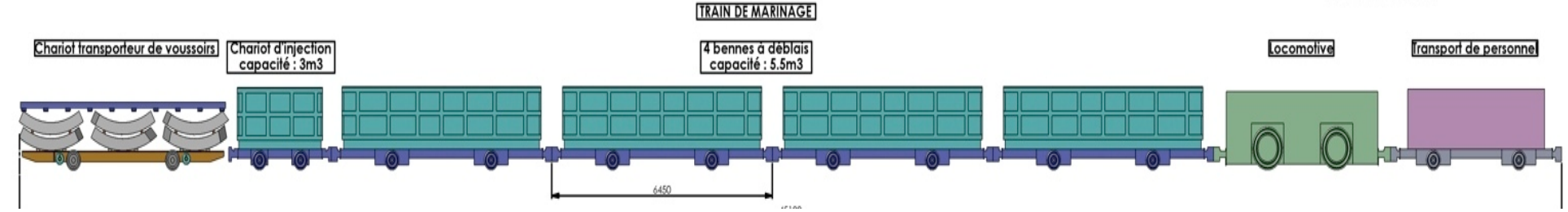

Manchette FWC

Âme tôle

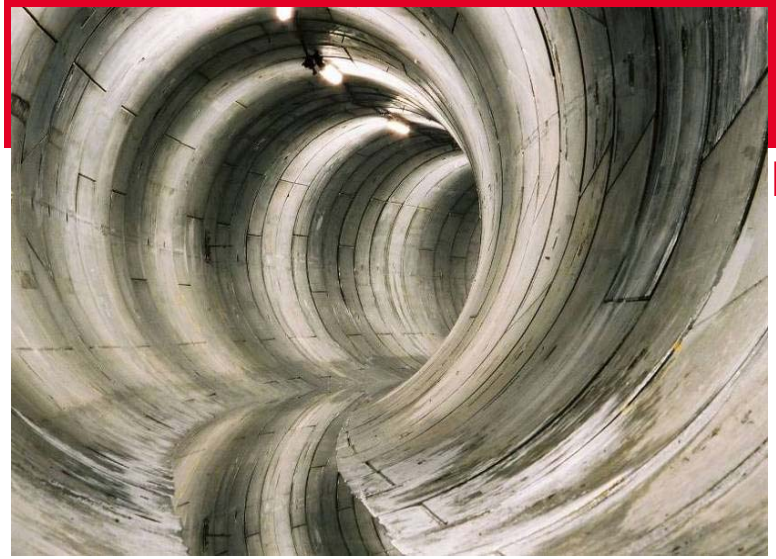
# Les tunneliers

# Principe de fonctionnement



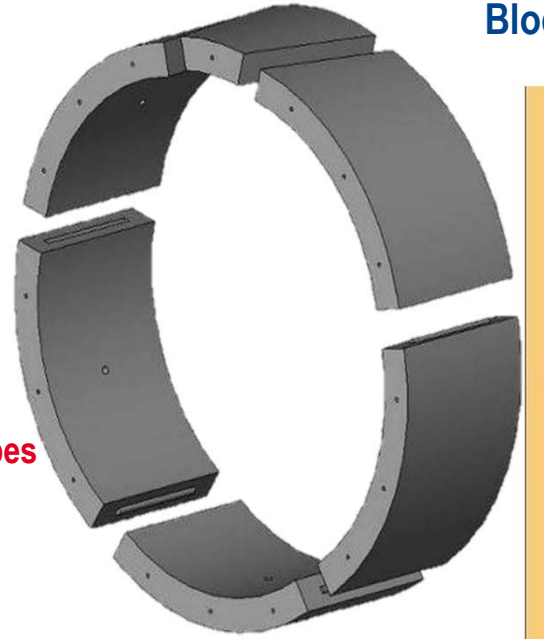


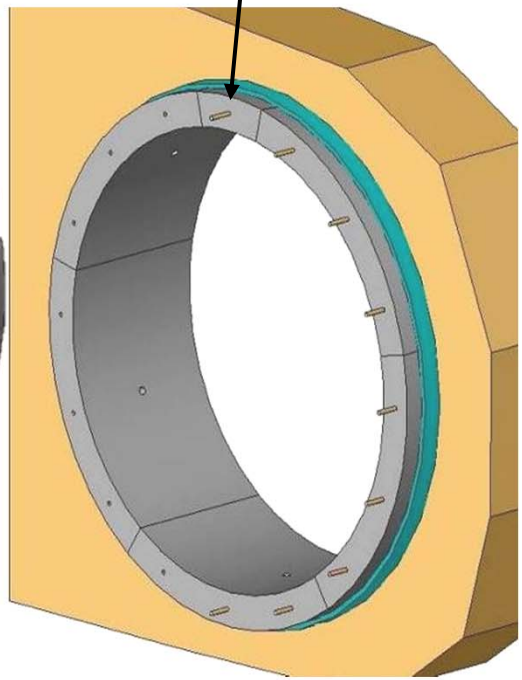
# Les voussoirs



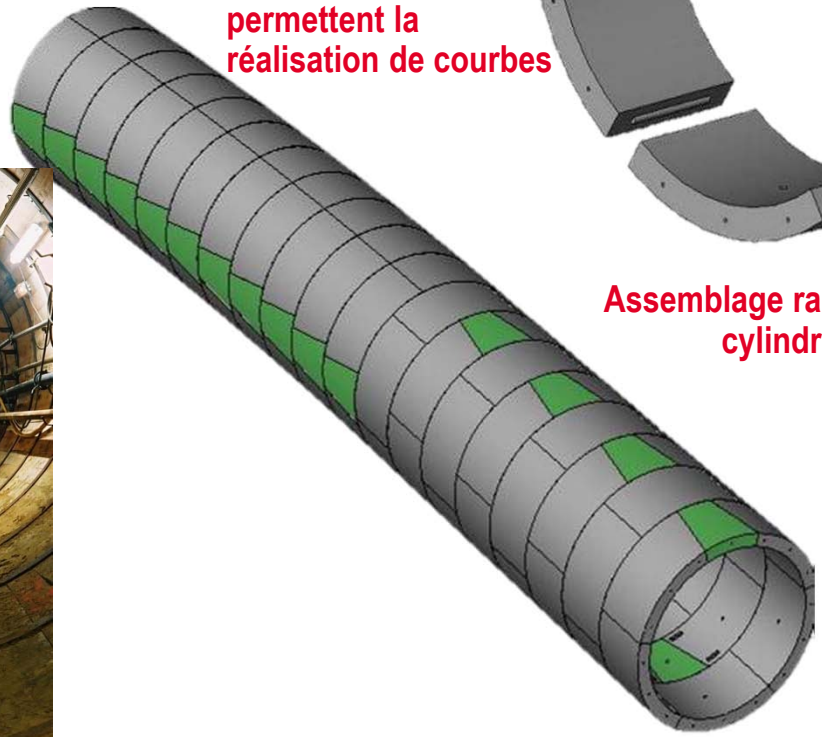
**Longueur d'un anneau : de 1 m à 1,30 m**

**Blocage par injection de mortier**





**Les anneaux biais permettent la réalisation de courbes**



**Assemblage radial par joncs cylindriques PVC ou tirefonds**

**Assemblage longitudinal par broches anti-retour**

# Exemples de chantiers réalisés par CSM BESSAC

# TUNNELS ET MICROTUNNELS

- CSM BESSAC intervient sur ce marché avec 2 activités :
  - Réalisation de travaux
  - Construction de matériels de creusement (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 35 tunneliers et microtunneliers opérationnels

# TUNNELS ET MICROTUNNELS

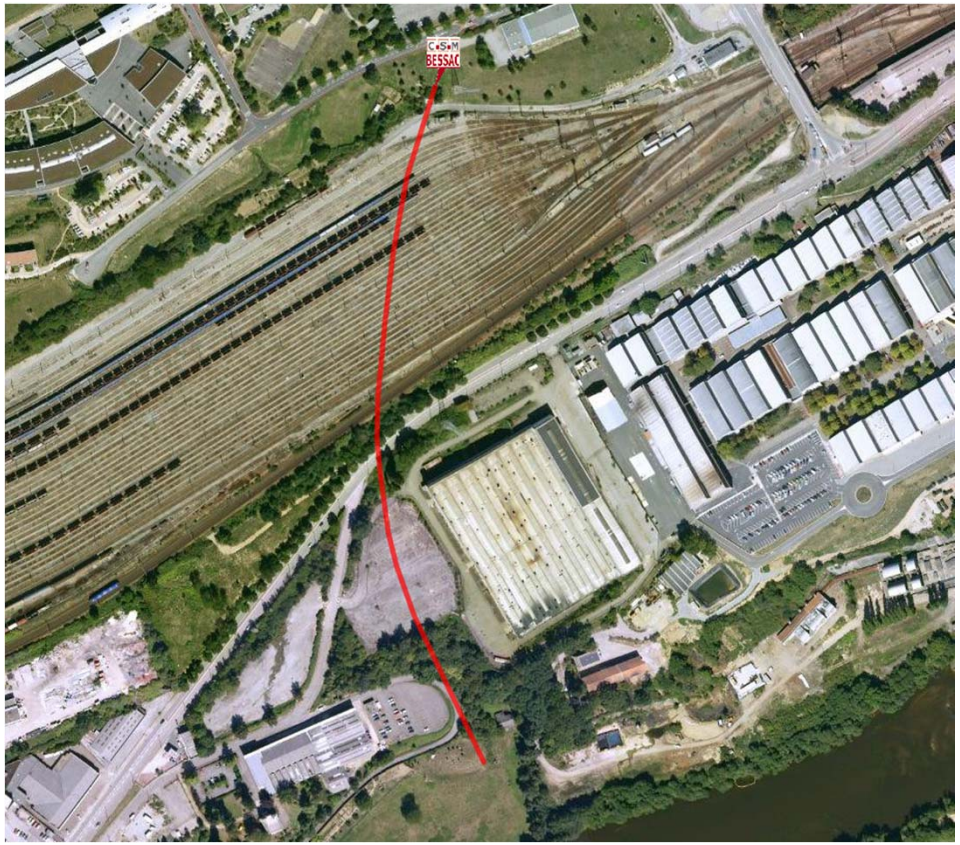
- 20 chantiers en cours dont 3 métros
- Construction d'un tunnelier pour le métro de Minsk

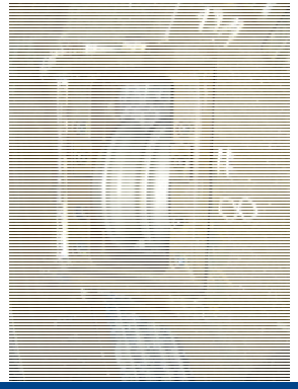
- Sur les 10 dernières années :
  - 87 chantiers de microtunnels pour 56 km d'ouvrages
  - 42 chantiers de tunnels pour 73 km d'ouvrages

# Nîmes (France) - Collecteur d'assainissement pluvial

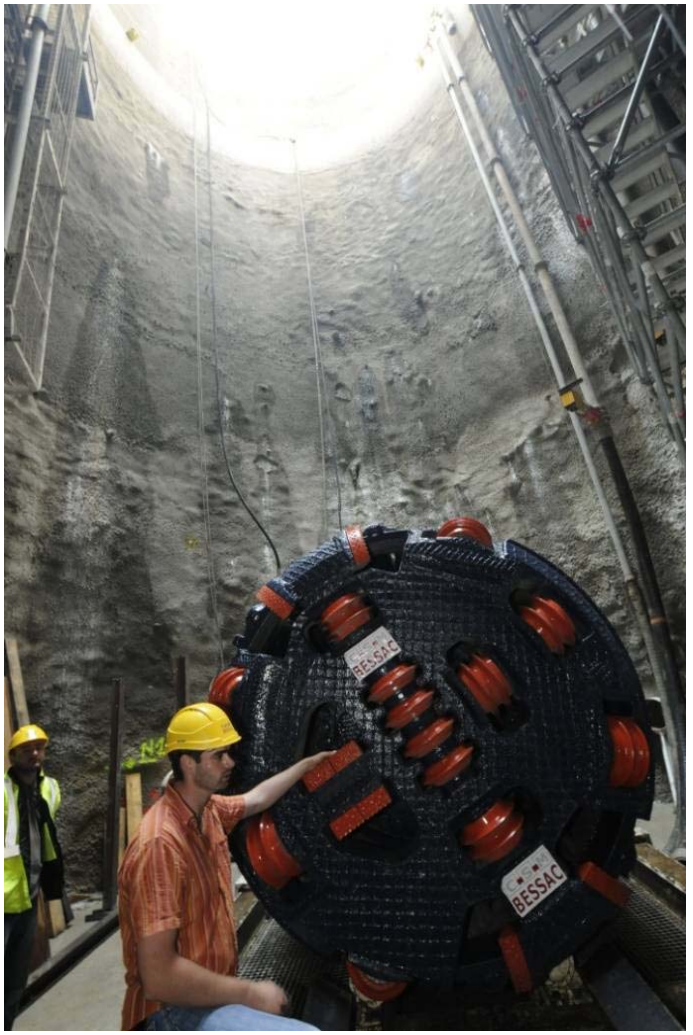
- Diamètre : 1800 mm
- Longueur : 920 m
- Géologie : Roche calcaire

# Limoges (France) - Collecteur d'eau pluviale



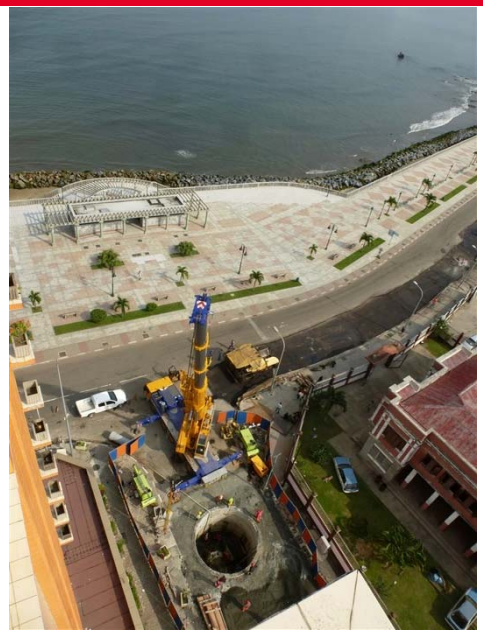


- Microtunnel
- Diamètre : 1800 mm
- Longueur : 550 m
- Géologie : Granite (150 Mpa)



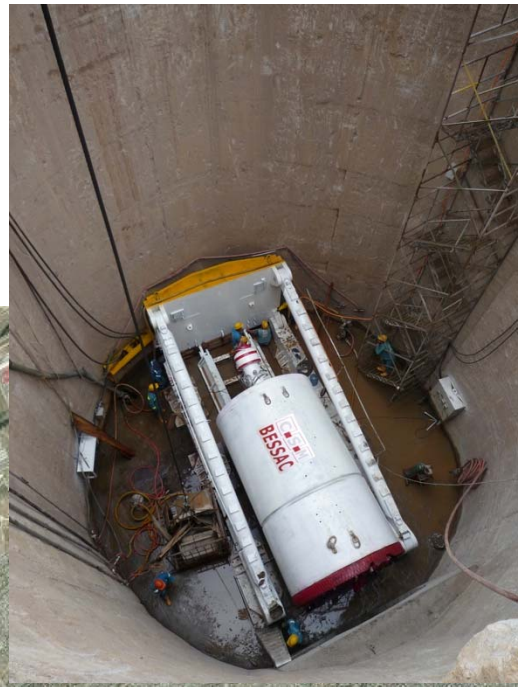
# Bata (Guinée Equatoriale) - Assainissement

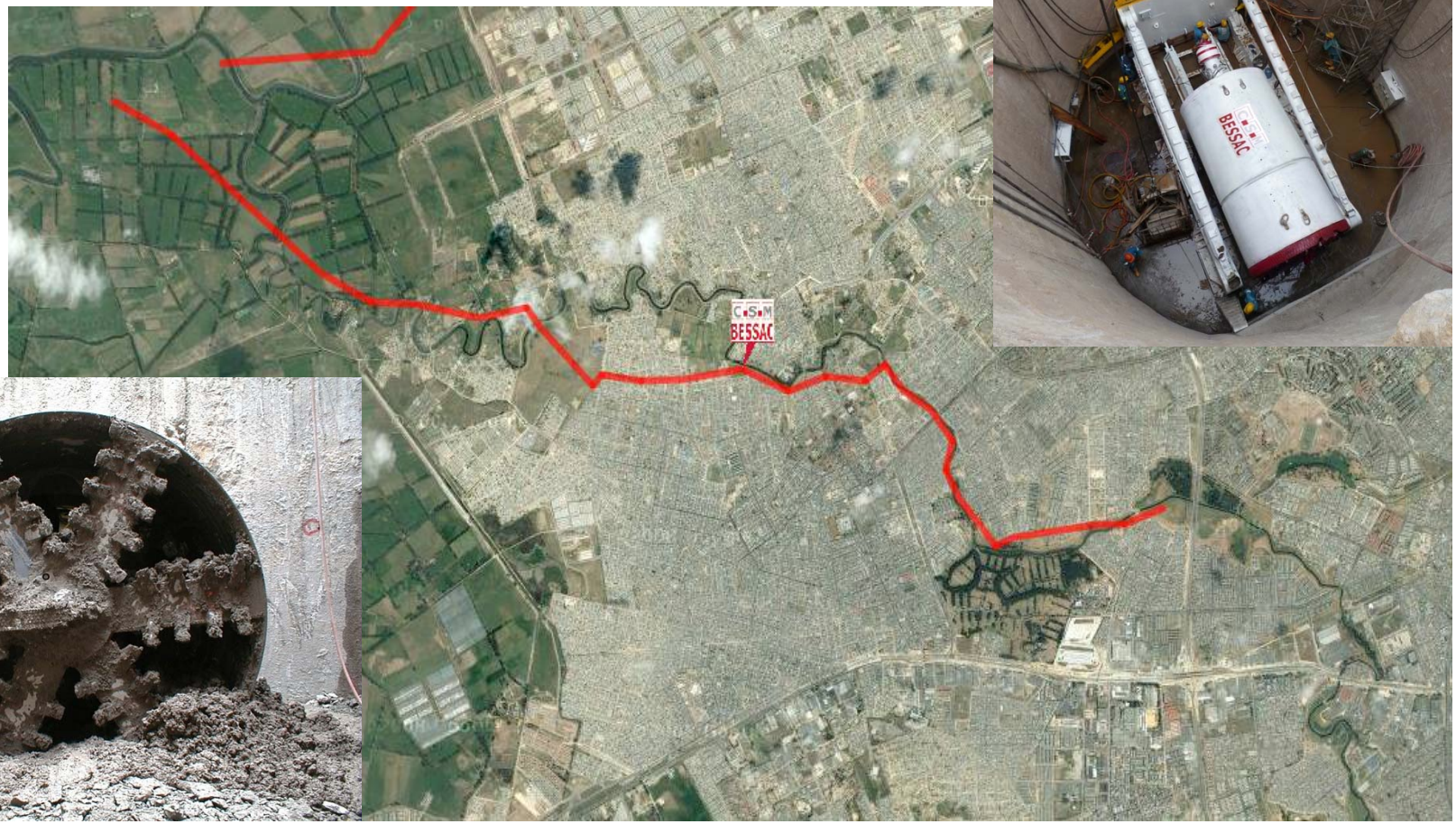
- Diamètre : 1500 mm
- Longueur : 5,8 km
- 15 tronçons de 150 à 600 m
- Géologie : Grès



# Bogota (Colombie) Collector Interceptor Tunjuelo Bajo

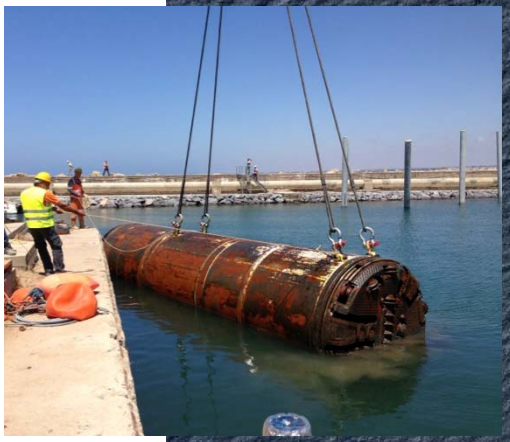
- Diamètre 2,45 et 2,75 m Longueur : 8 300 m Fonçage Tunnelier EPB
- Diamètre 1,60 m Longueur : 515 m Fonçage Tunnelier EPB
- Diamètre 600 mm Longueur : 2 260 m Fonçage au Microtunnelier
- Géologie : Argile molle et argile sableuse (sous nappe)



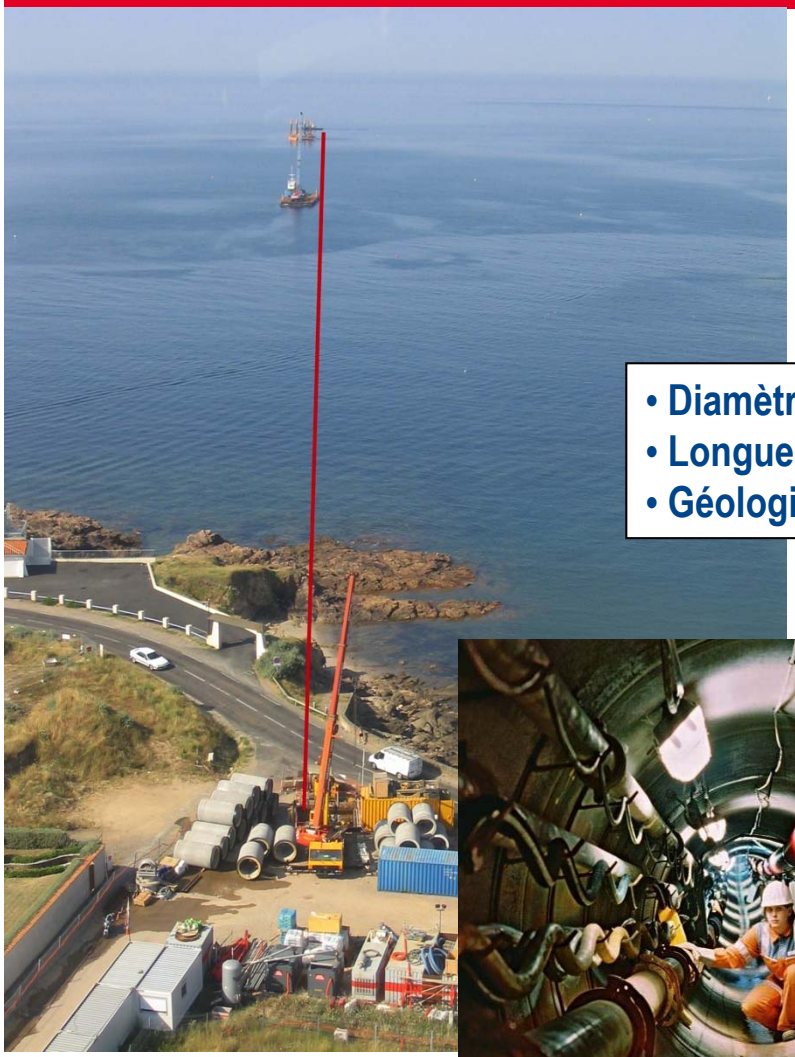



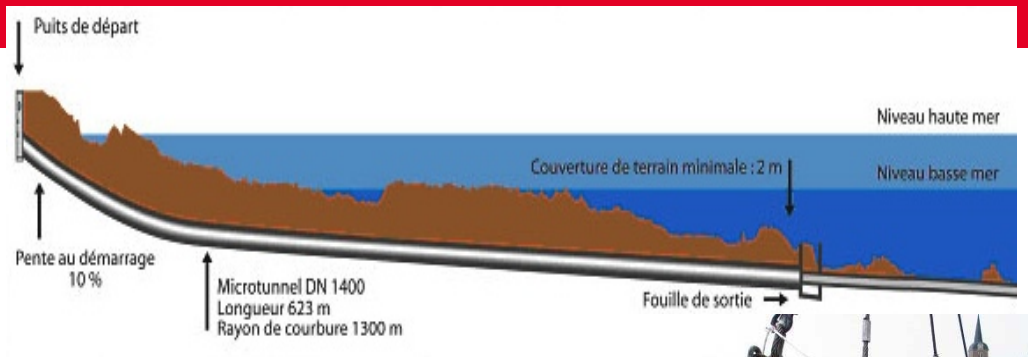
# Casablanca (Maroc) - Émissaire de rejet en mer

- Diamètre : 2,10 m
- Longueur : 1100 m
- Géologie : Sables, schistes, grès
- Tuyaux BA Âme-Tôle

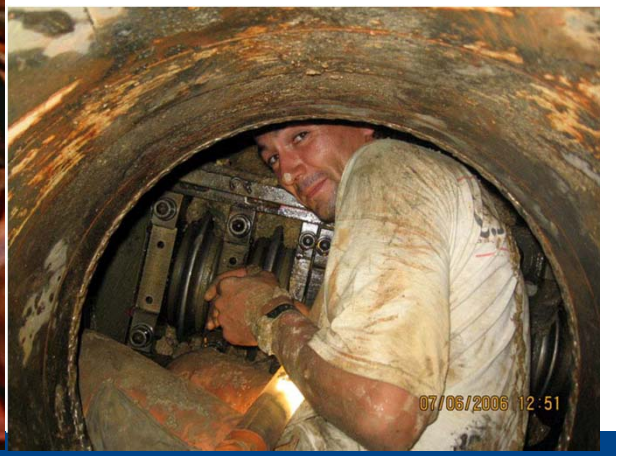


# Les Sables d'Olonne - Emissaire de rejet en mer





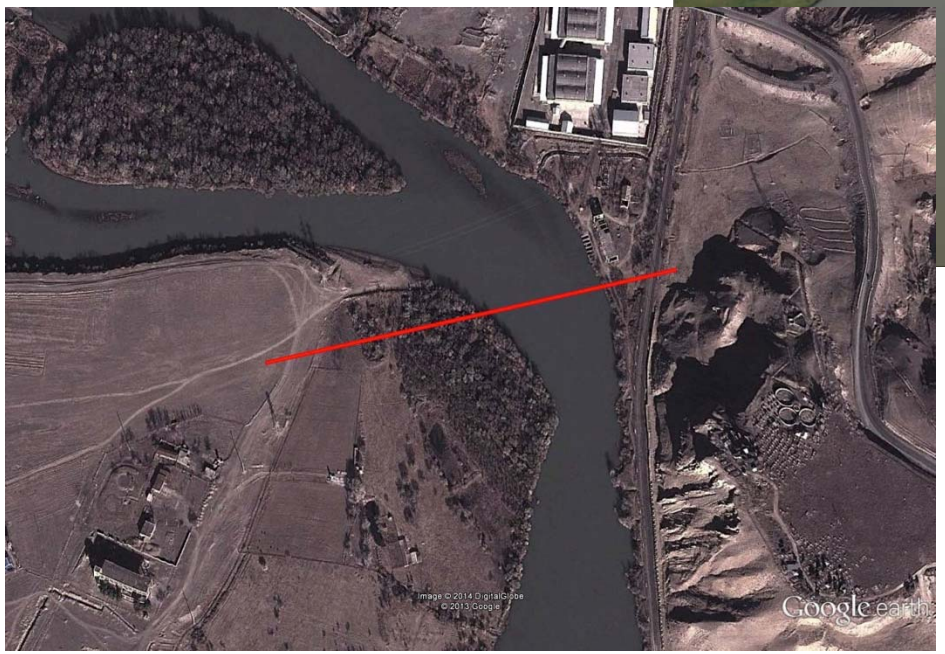

- Diamètre : 1400 mm
- Longueur : 623 m
- Géologie : Gneiss et Argile



# Géorgie & Azerbaïdjan - Gazoduc SCPX - British Petroleum

## 2 traversées de rivières
## dans le cadre du projet « South Caucasus Pipeline Expansion »

- Diamètre : 1,80 m
- Longueur : 1000 m et 600 m
- Géologie : Alluvions très perméables et roches tendres,
- Charge hydrostatique : 20 mètres




Le marché comprend l'enfilage du pipeline 42"

# Antofagasta (Chili) – Usine de dessalement d'eau de mer

**Mine de cuivre Escondida.**

**3 ouvrages de prise et de rejet**

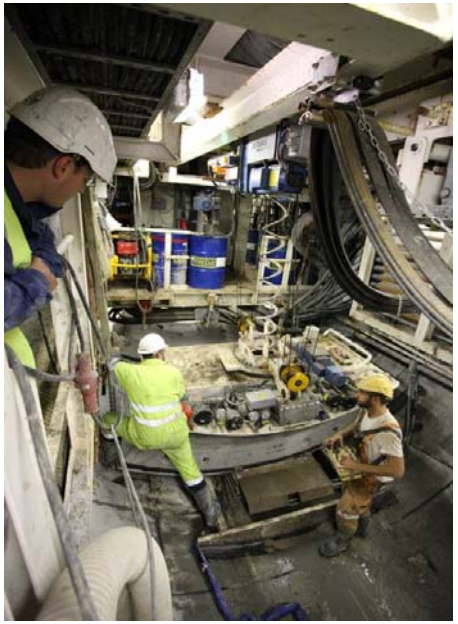
**2 microtunneliers**

- Diamètre : 2,00 m
- Longueur : 1380 m (2 x 530 m + 320 m)
- Géologie : Rocher (gabbro + diorite)
- Charge hydrostatique : 35 mètres

# Flamanville – EDF – Centrale EPR – Galerie de rejet

Tunnelier à Pression de boue

- Diamètre : 5 m - Longueur : 890 m
- Géologie : Granite (Rc 400 Mpa - Densité 5)



# San-jose (Costa-Rica) - Collecteur d'assainissement

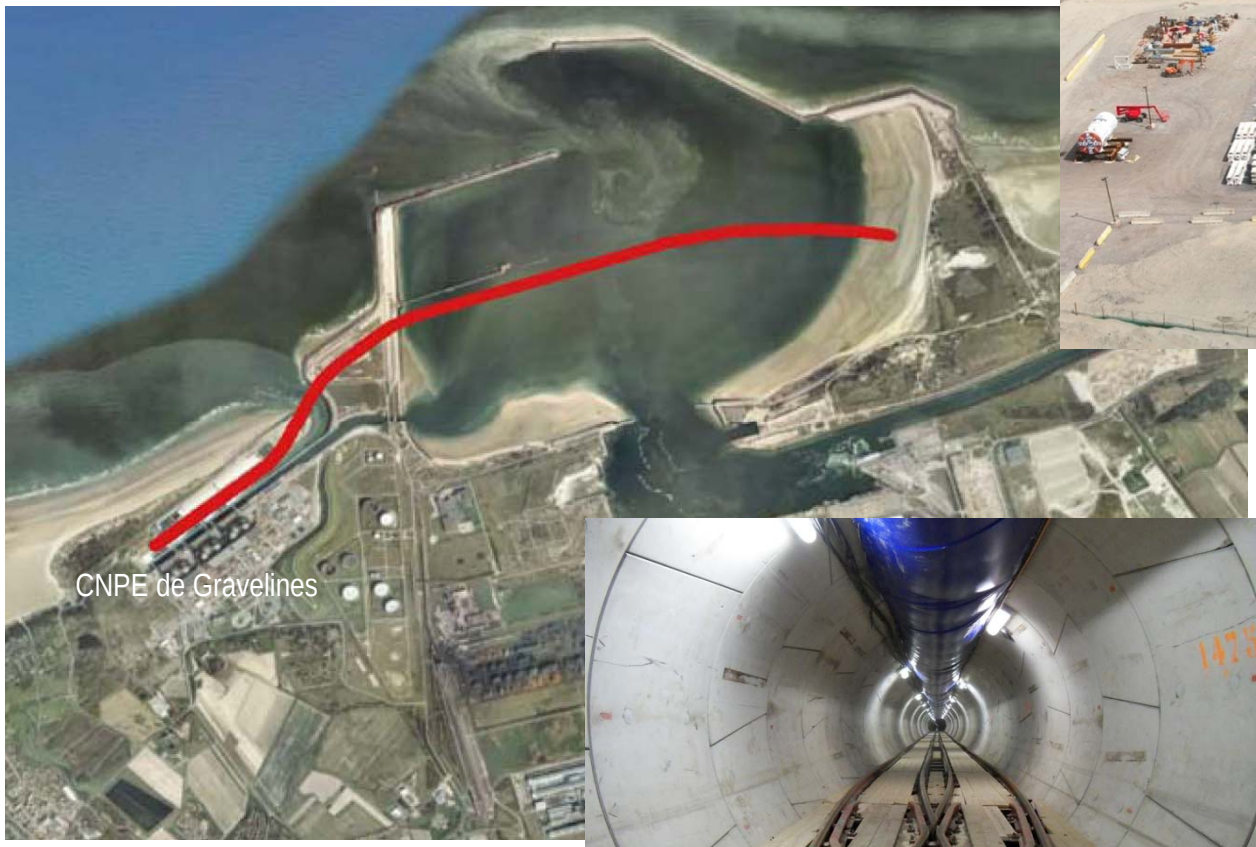
- Diamètre : 2,50 m
- Longueur : 1,8 km
- Géologie : Terrains volcaniques (basalte, cendres…)
- Hauteur d'eau maxi : 28 m

# Miami (USA) - Assainissement

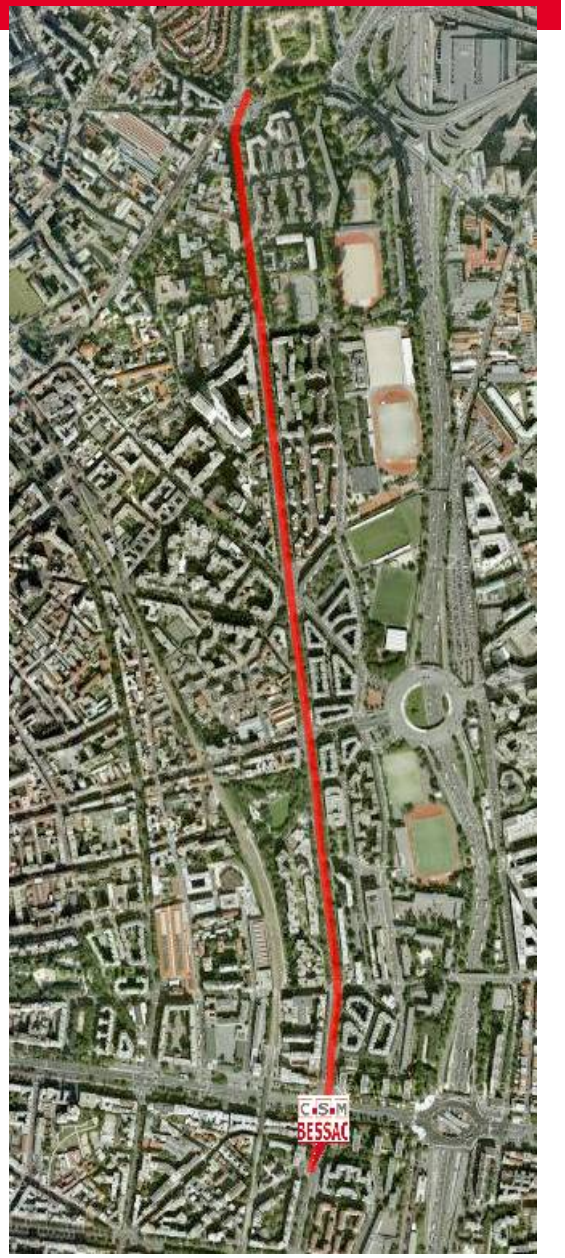
- Tunnel Ø 2,50 m + enfilage d'un tuyau Ø 1600 PRV
- Longueur : 1,6 km
- Géologie : Calcaires coraliens, grès marins
- Hauteur d'eau maxi : 25 m
- Tunnelier mixte : pression de boue / pression de terre
- Revêtement : Démarrage en fonçage puis voussoirs
- Usine de fabrication des voussoirs sur site

# Dunkerque - Terminal Méthanier EDF – Galerie Hydraulique

- Diamètre : 3 m
- Longueur : 5 km
- Profondeur : 45 m (fiches des parois à 70 m)
- Géologie : Argile des Flandres

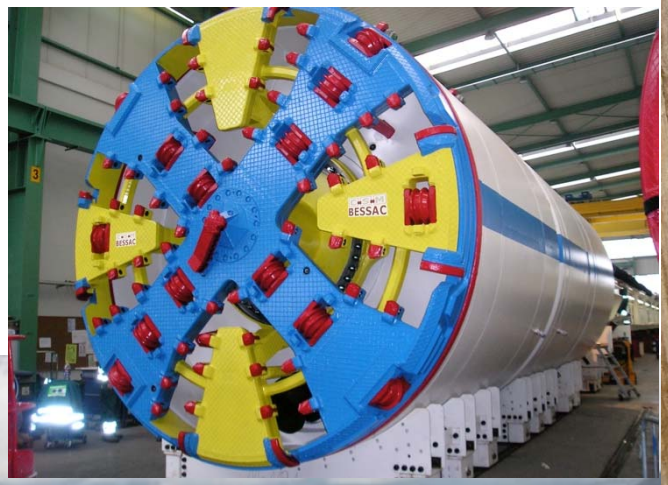


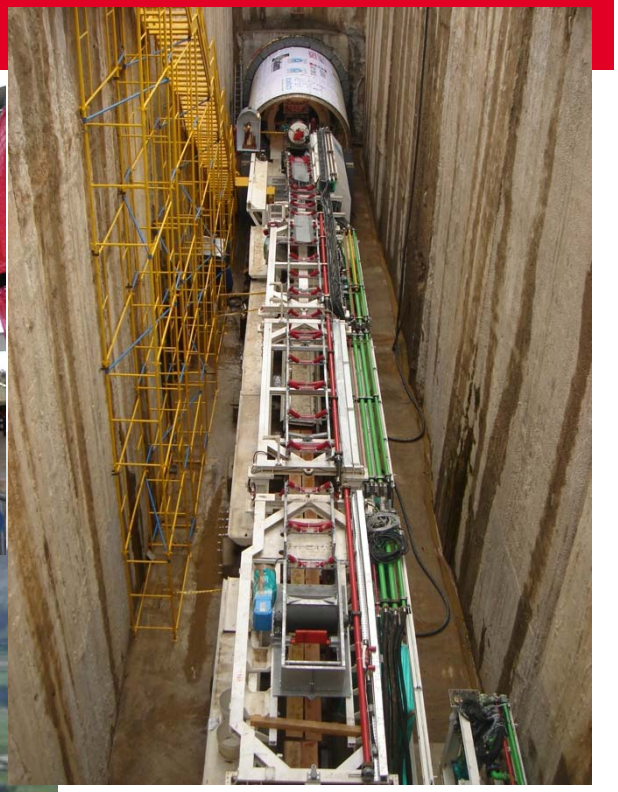
# Paris - Galerie Technique pour chauffage urbain




- Diamètre : 3 m
- Longueur : 2,2 km
- Géologie : Marno-calcaires sous nappe

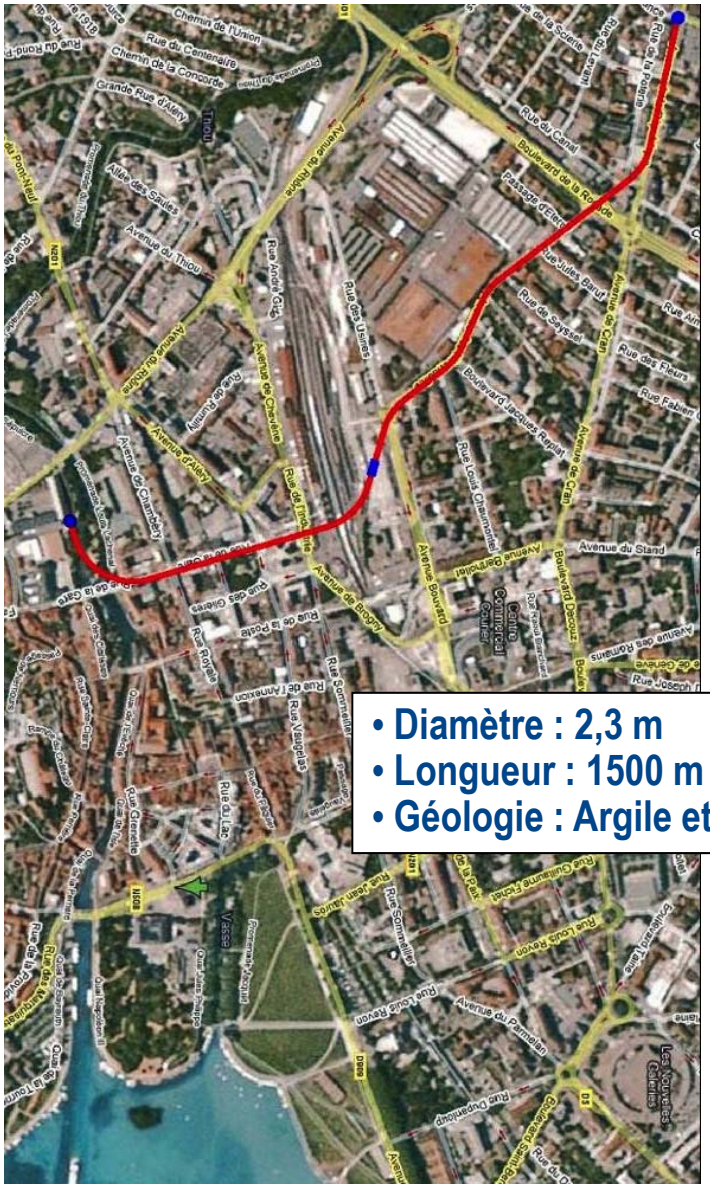
# Bogota (Colombie) - Interceptor Fucha Tunjuelo



- Diamètre : 3,75 m
- Longueur : 9,8 km
- Géologie : Argiles sous nappe

# Annecy (France) - Renforcement collecteur pour eaux usées




- Diamètre : 2,3 m
- Longueur : 1500 m
- Géologie : Argile et alluvions

# Fountain Valley - Los Angeles (USA) - Assainissement

- Diamètre : 2,8 m
- Longueur : 1650 m
- Géologie : Argiles molles, sables, limons

Enfilage d'un tuyau en PRV
(Ø 1,60 m) + injection

CERIU

INFRA CONGRÈS | 20E ÉDITION 2014

*Merci pour votre attention.*

C.S.M BESSAC