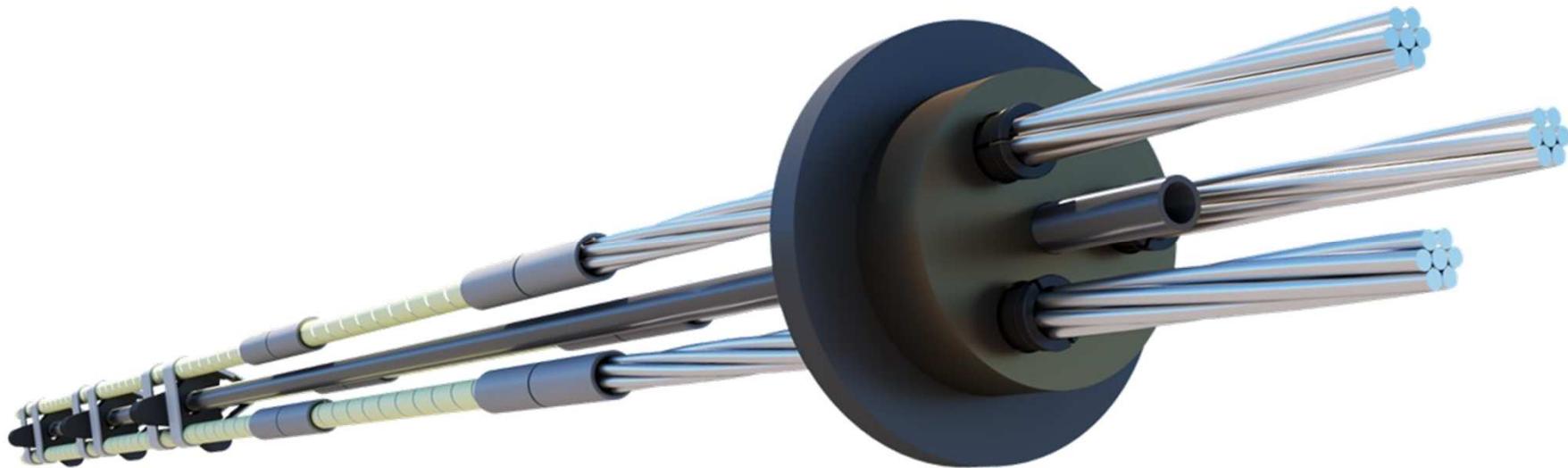
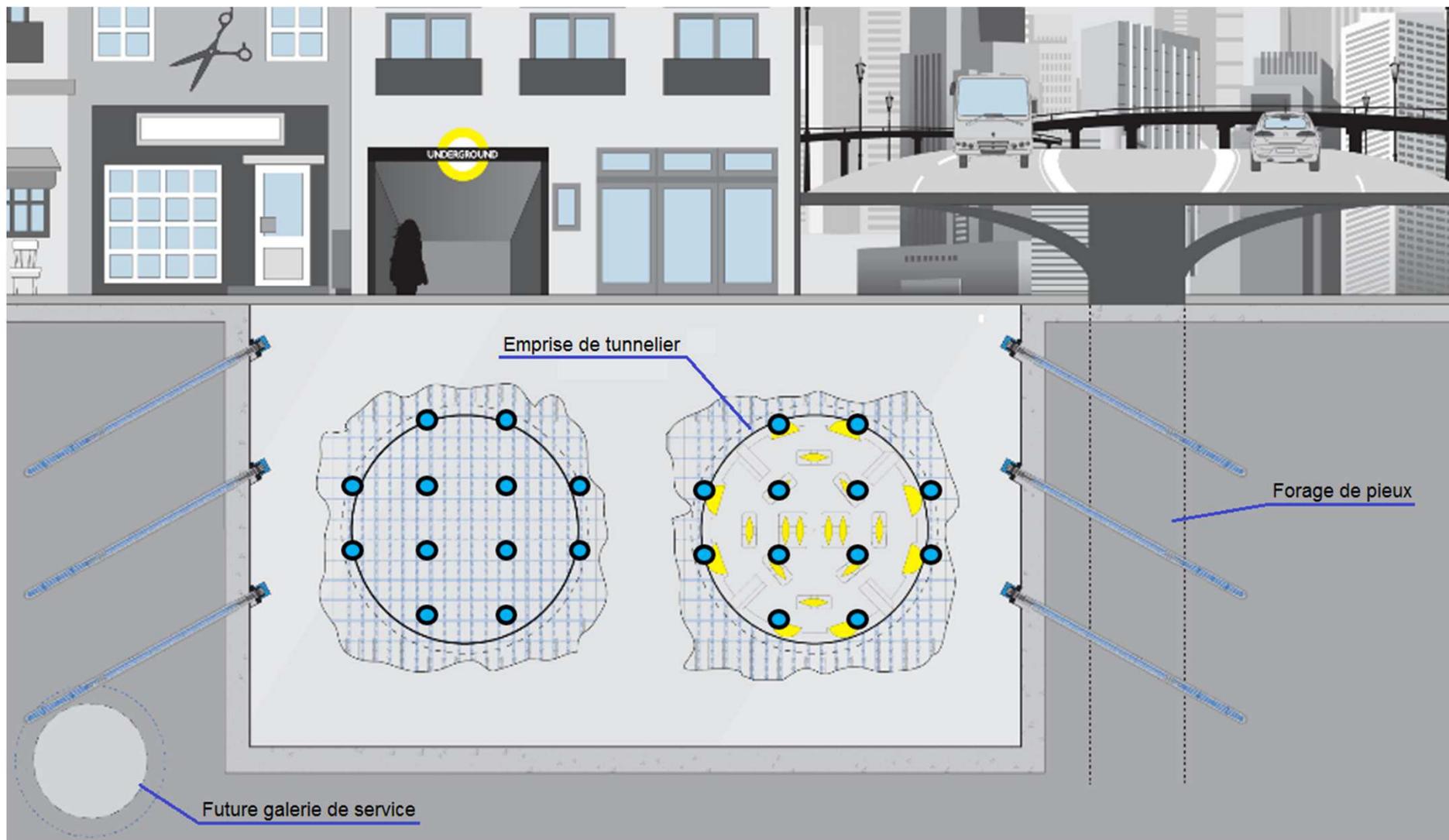


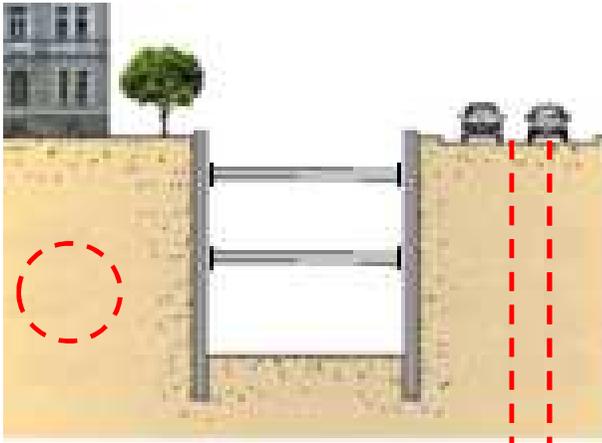
TIRANT D'ANCRAGE CGA



Jeudi 6 février 2020

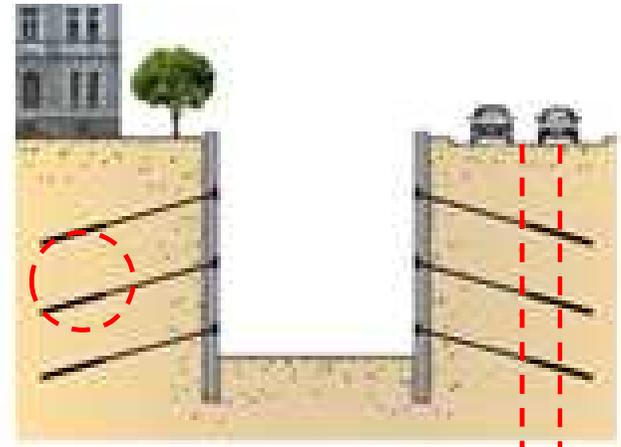


SOLUTIONS "HABITUELLES"



Butons

- Distance entre parois limitée
- Transport des butons chers et contraignant
- Espace de travail encombré
- Délais de démontage et évacuation des butons



Tirants démontables

- **Extraction non garantie à 100%**
- Espace de travail dégagé
- Délai et cout d'extraction aléatoires

BUTONS

- Distance entre parois limitée
- Transport des butons chers et contraignant
- Espace de travail encombré
- Délais de démontage et évacuation des butons





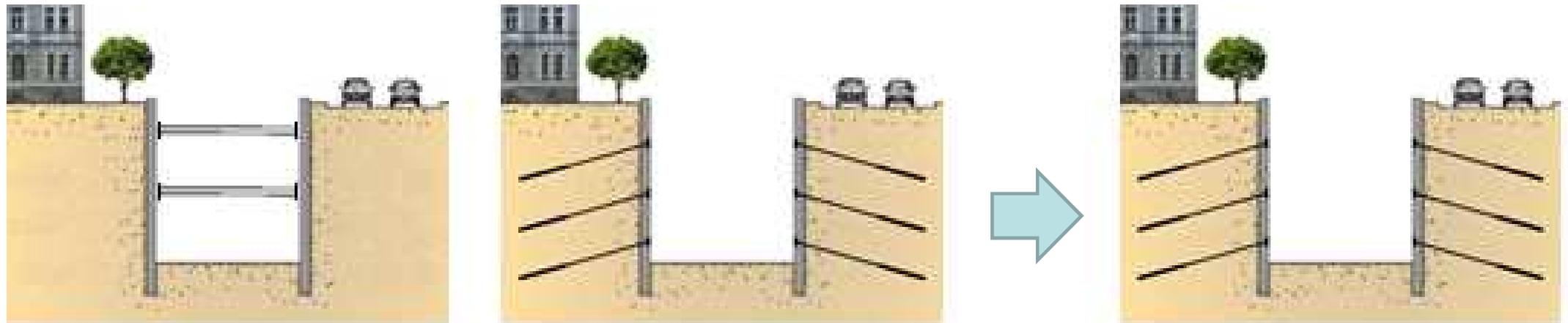
TIRANTS DEMONTABLES

- Extraction non garantie à 100%
- Espace de travail dégagé
- Délai et cout d'extraction aléatoires
- Opération dangereuse

L'IDÉE



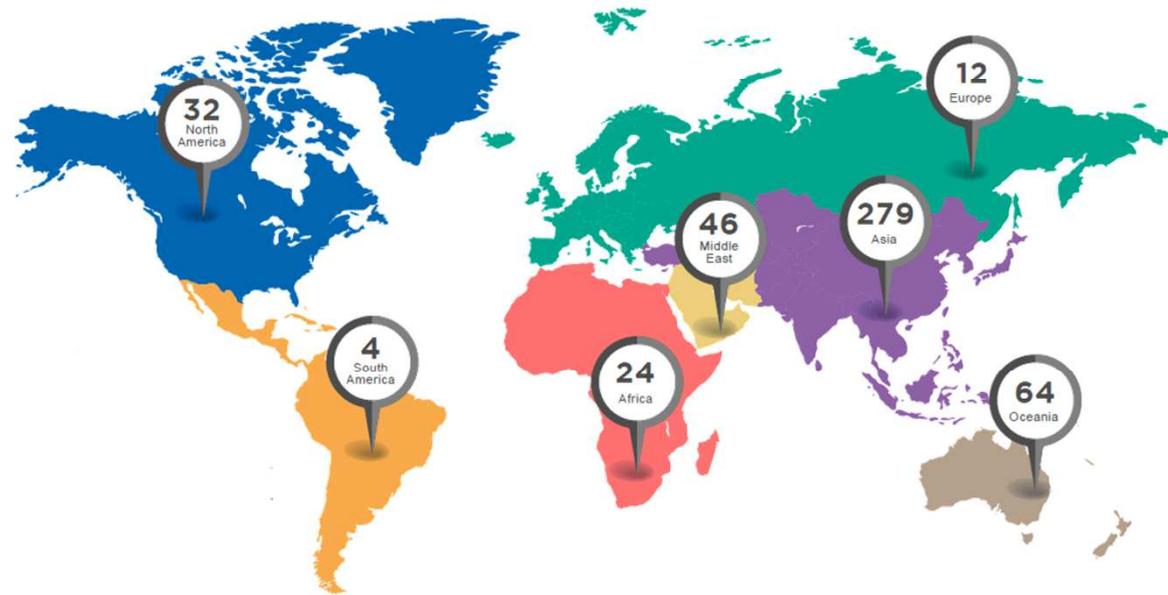
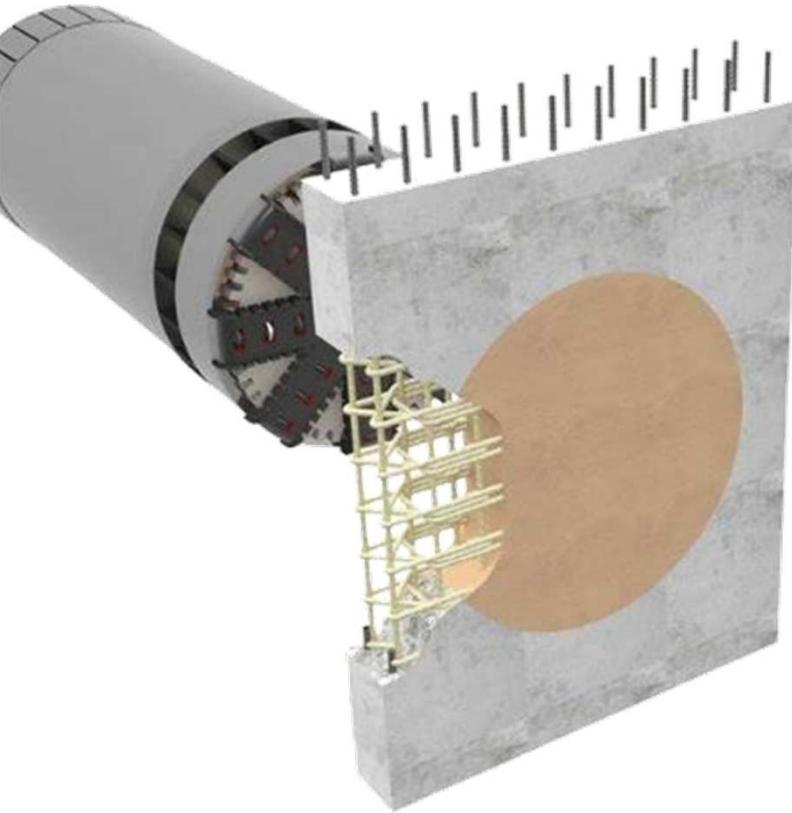
UN TIRANT DESTRUCTIBLE



Tirant CGA

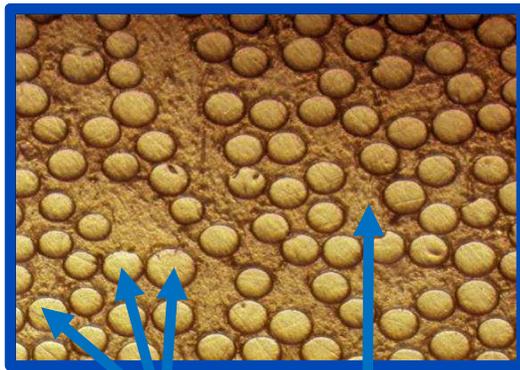
- **Fiabilité 100% (pas d'aléas)**
- Espace de travail dégagé
- Après usage, aucun délai pour des travaux supplémentaires
- Impact environnemental réduit (Fabrication, transports, travaux,...)

FIBRE DE VERRE DANS LES TUNNELS



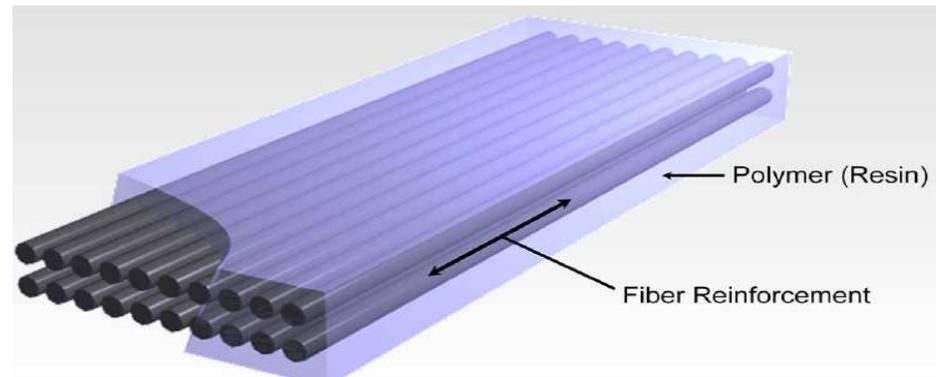
Fibres + Résine

Verre / Aramide / Carbone + Polyester / Vinylester / Epoxy



Fibres

Résine



PRINCIPAUX AVANTAGES



LEGER (= ACIER / 4)



**DECOUPABLE /
DESTRUCTIBLE**



RESISTE A LA CORROSION



ACTIF + FIBRE DE VERRE

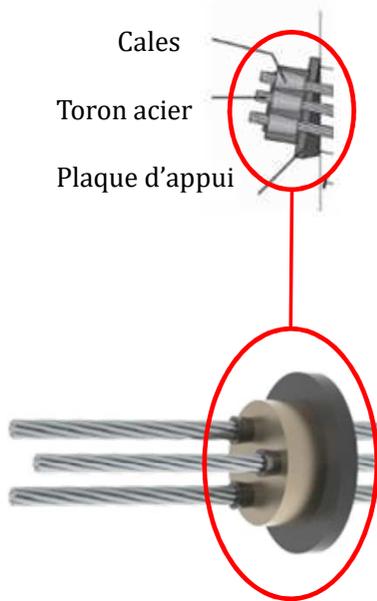


TIRANT CGA

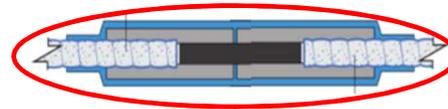
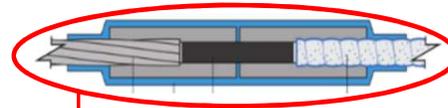
PRINCIPAUX COMPOSANTS

TETE D'ANCRAGE EN ACIER STANDARD Avec toron en acier 15.2mm

Cales
Toron acier
Plaque d'appui

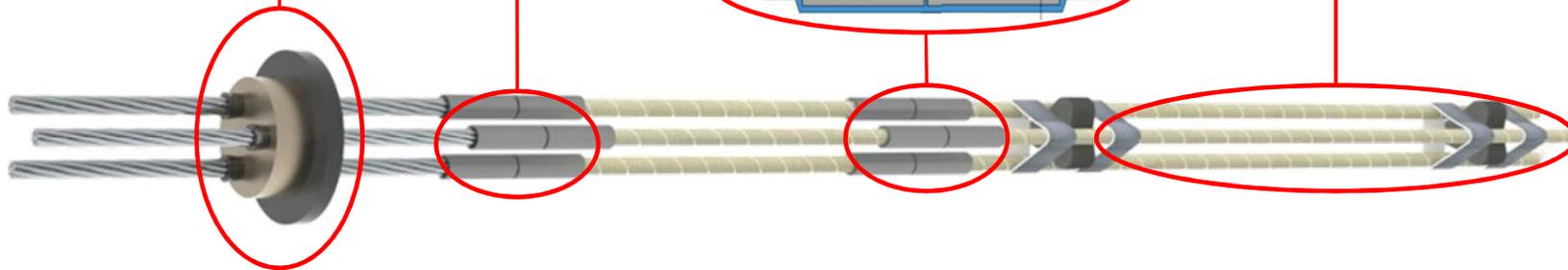
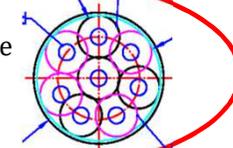


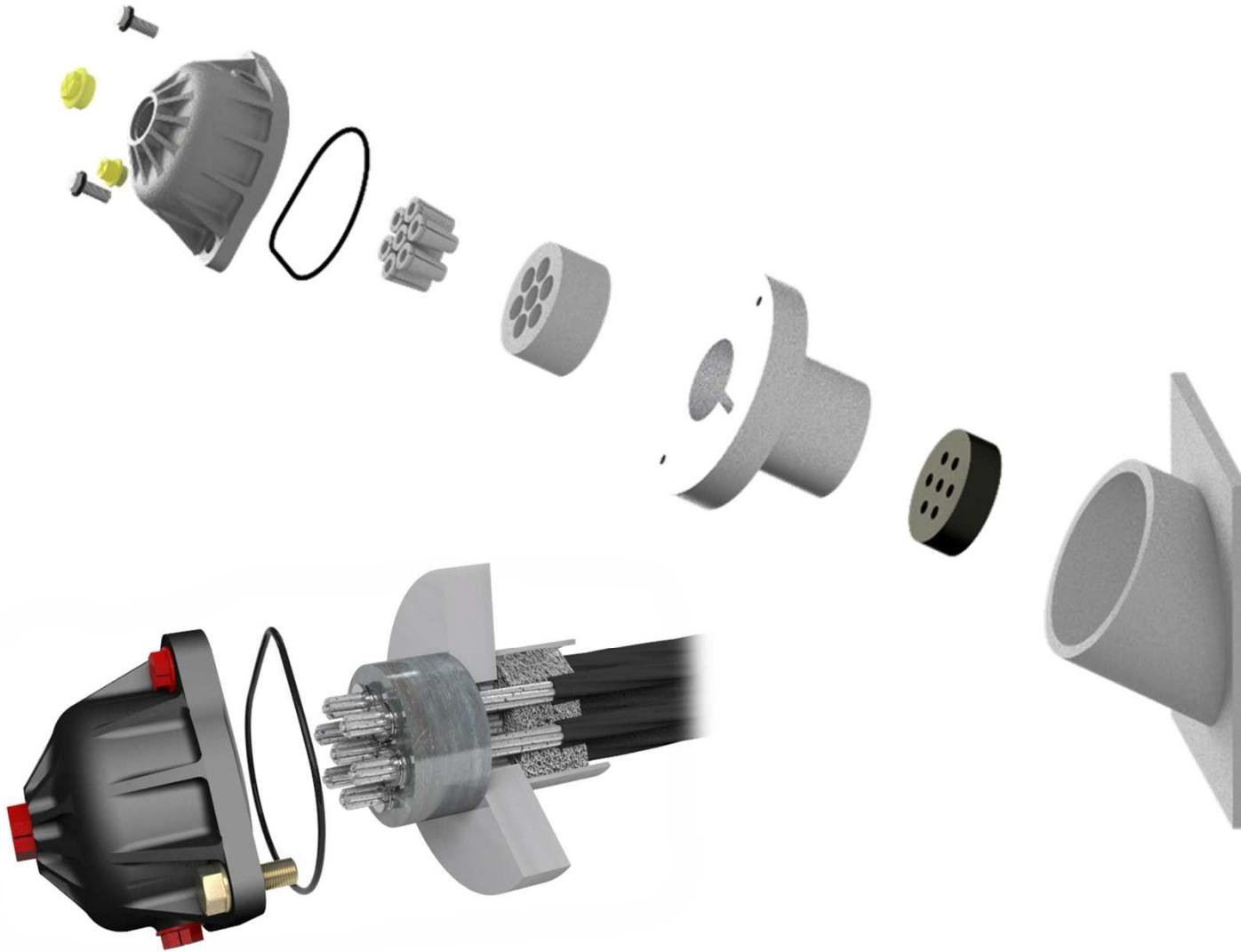
SYSTEME DE COUPLAGE ACIER / FIBRE et FIBRE / FIBRE



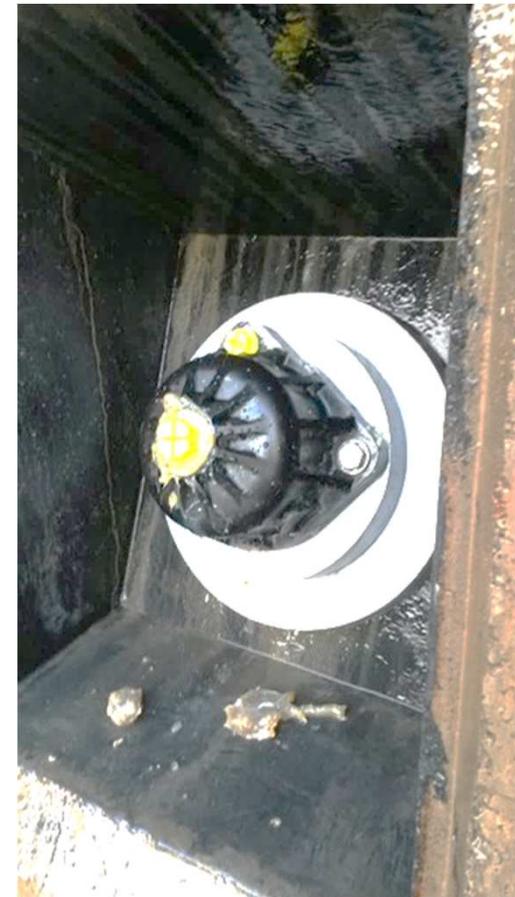
ARMATURE EN FIBRE DE VERRE DECOUPABLE: Longueur Libre + Longueur ancrée

Barre en fibre
Repartiteur
Centraliseur





TÊTE D'ANCRAGE



Système d'extrusion breveté des manchons en acier. Système basé sur la technologie de manchonnage utilisée dans l'industrie nucléaire : GRIPTEC.



TECHNOLOGIE D'EXTRUSION DU MANCHON BREVETEE

Assemblage **toron acier et jonc fibre de verre**
Pour tête d'ancrage



Assemblage **Fibre / Fibre**
Pour longueur courante



TEST DU SYSTEME ET MODE DE RUPTURE

Les coupleurs et les torons en acier sont dimensionnés pour dépasser les performances des barres en fibre pour chaque diamètre

Le résultat d'un essai de traction sur le système est une rupture "pleine barre" et "explosive" de la fibre

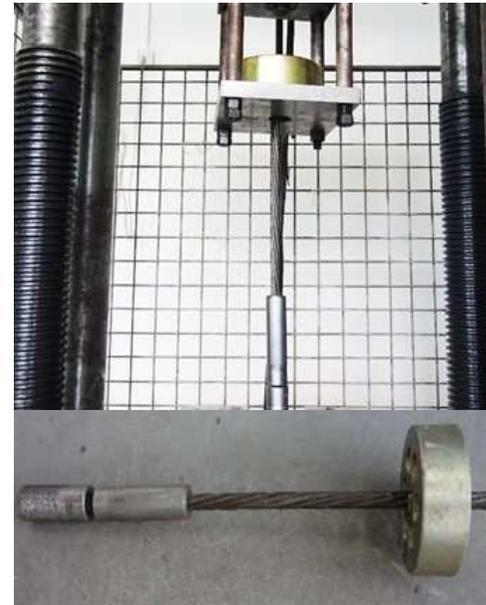


AVANT



APRES

Essai de traction sur le toron en acier.



AVANT



APRES

L'ARMATURE

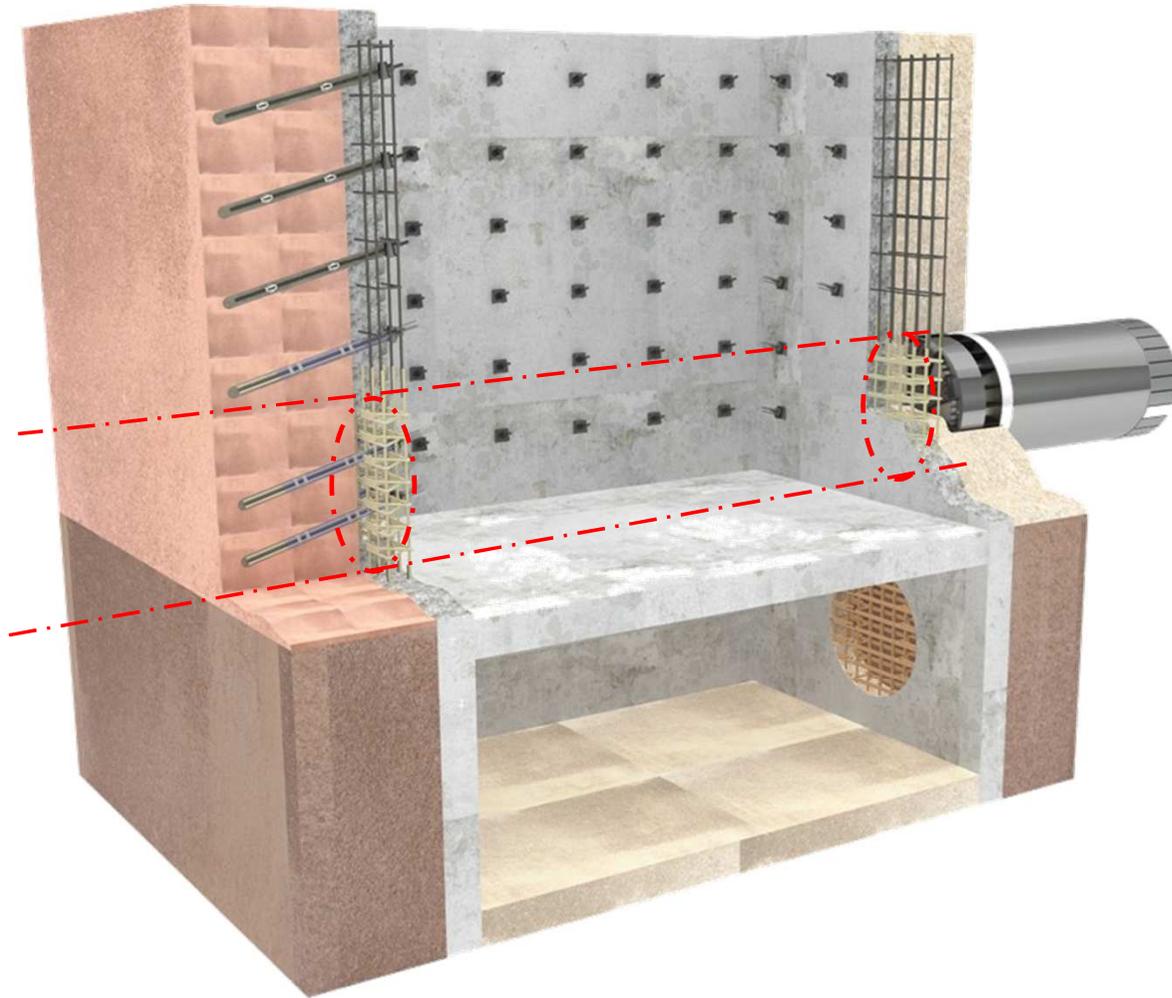


ASSEMBLAGE DES TIRANTS



Référence	Nombre d'armatures (N)	Section de GFRP (A)	Limite de rupture ¹ (F _{ua})	Traction de service maximale ² (E _{SL_{S,d}max)}	Traction maximale ³ (P _{max})
	pcs	mm ²	kN	kN	kN
CGA 1	1	284	250	162	200
CGA 2	2	567	500	324	400
CGA 3	3	851	750	486	600
CGA 4	4	1134	1000	648	800
CGA 5	5	1418	1250	810	1000
CGA 6	6	1701	1500	972	1200
CGA 7	7	1985	1750	1134	1400
CGA 8	8	2268	2000	1296	1600
CGA 9	9	2552	2250	1458	1800
CGA 10	10	2835	2500	1620	2000
CGA 11	11	3119	2750	1782	2200
CGA 12	12	3402	3000	1944	2400
CGA 13	13	3686	3250	2106	2600

UNITES STANDARD



PREMIER PROJET : MUSHEREIB STATION - DOHA

- Client = VINCI
- Fibre de Carbone (CFRP)
- Dia = 12.7mm
- Charge Nominale = 180 kN par toron / jonc (armature)
- 8 armatures = 1,440 kN par tirant
- 9 a 16 tirants par tympan
- Environ 150 tirants

MUSERIB
STATION - DOHA

Musherib Station
Doha Metro, Qatar



2019 → 2020

- Prix du Jury aux Trophées de l'innovation Solscope 2019
- Article Solscope (Novembre 2019)
- Article dans BTP Magazine (Décembre 2019)
- Article dans Travaux (Janvier 2020)



LE CHANTIER

Réseau de Transport Public du Grand Paris

- Ligne 15 Sud / Lot T3A
- Gare du Pont de Sèvres
- Boulogne-Billancourt

- Titulaire du lot :

HORIZON
LIGNE 15 SUD LOT T3A





LE CHANTIER

- Réalisation d'un soutènement provisoire en paroi moulée (60%) et paroi armée au coulis (40%)
- Soutènement des terres pour la réalisation d'une purge générale puis la dalle de couverture (sous nappe)

Caractéristiques

- 82 Tirants 2T15,2
- Inclinaison 40 à 45 °
- Longueur : 12,7 m
- Type de scellement : IRS
- Durée vie : provisoire
- Protection P1
- Géotechnique :
 - Remblais
 - Alluvions Modernes

RETOUR D'EXPERIENCE





LE CHANTIER

- Réservations mise en place dans les cages de parois moulées



FORAGE

- Méthode : forage Hi'Drill (rotatif + vibration haute fréquence)
- Ligne d'outil : couronne ouverte 185 mm sur ligne de tubes 177.8 mm (7")
- Fluide : eau
- Process :
 - Forage
 - Equipement dans le tubage
 - Cimentation
 - Détubage



LE TIRANT

- Type : 2 CGA + TAM 38/48
- Lg. libre : 5,70 m
- Lg. scellée : 7,00 m





EQUIPEMENT

- Poids tirant CGA : 24 kg
- Poids tirant classique : 35 kg
- Plus facile à transporter
- Avec vide du TAM, et forte inclinaison, nécessiter de pousser pour l'introduction



L'INJECTION

- Type : répétitive-sélective
- Hauteur tranche : 50 cm
- Terrain : Alluvions Modernes
- Coulis de ciment ratio C/E=2
- Méthode : 1 injection + 1 à 3 reprise de 25 L/passe, à l'obturateur double



LES ESSAIS

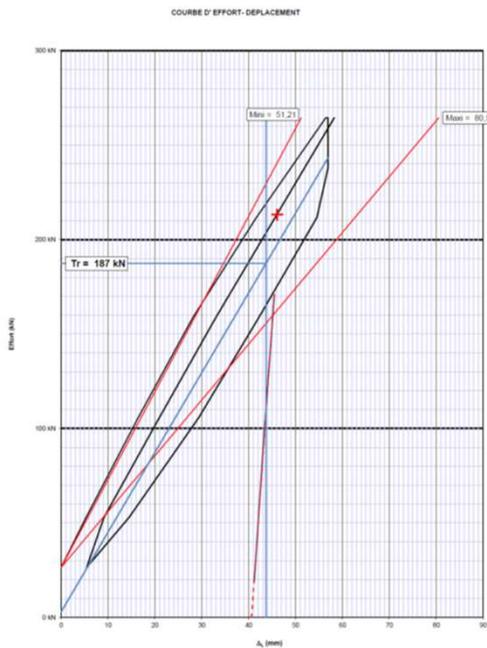
- 2 essais préalables
- 3 essais de contrôle



LES MISES EN TENSION

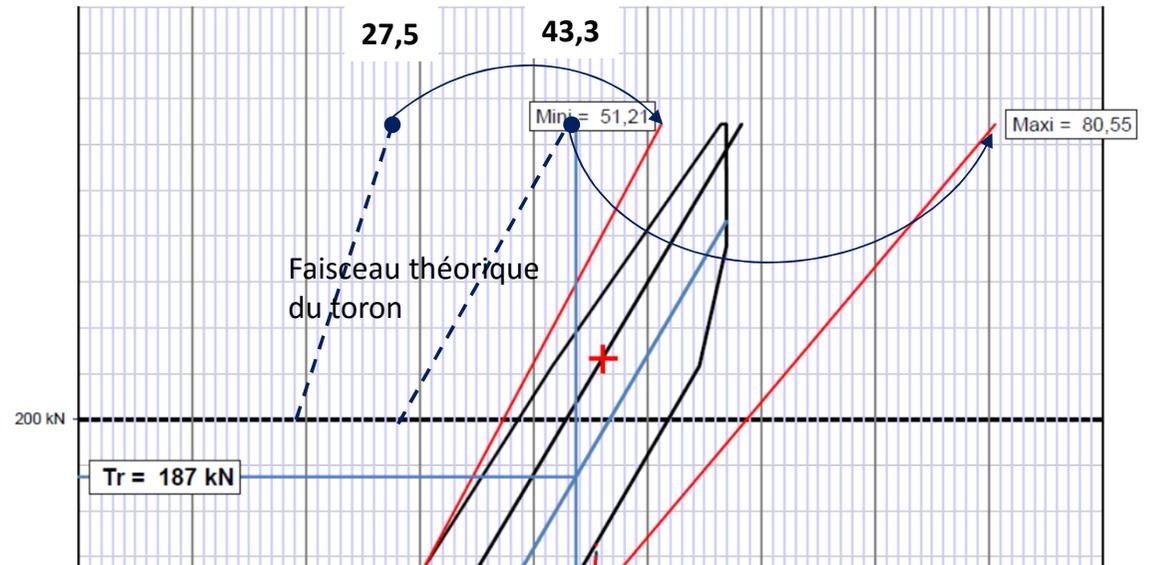
- Traction de blocage :
 $T_b = 210 \text{ kN}$
- Traction de service
 $T_s = 230 \text{ kN}$
- 9 tirants instrumentés

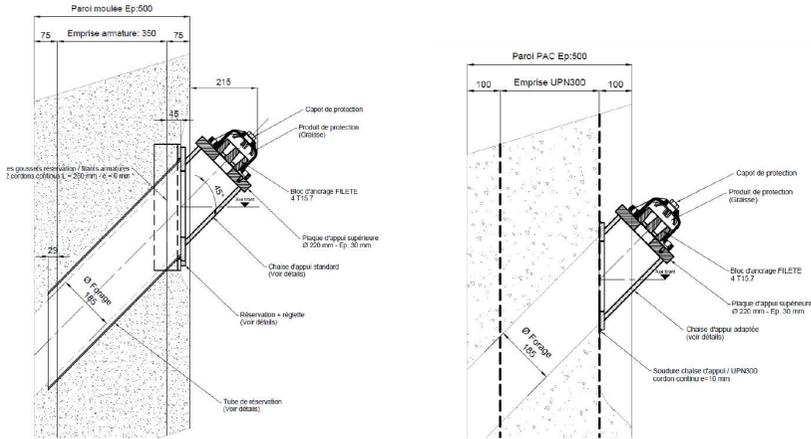
FPC		PROCES VERBAL MISE EN TENSION REALISE SELON LE TA95		FREYSSINET France GPCM	
SOLETANCHE BACHY		CELLULE		GARE DU PONT DE SEVRES LIGNE 15 SUD - T3A	
Type de tirant :	2 T15,7	Traction de service (T _s) :	230 kN	Inclinaison :	45 °
Longueur libre (L _l) :	5,70 m	Précharge (T _p) :	190 kN	Verin :	CFRP 1000
Longueur scellée (L _s) :	7,00 m	Traction de blocage (T _b) :	213 kN	Protection :	P1
Longueur vérin (L _v) :	0,410 m	Traction d'épreuve (T _e) :	265 kN	Section vérin :	141,40 cm ²
				Reentrée au clavetage :	5,0 mm
				E (Mpa) :	50000
				Frottement interne :	4,0%
					T 29
					29/08/12
Effort	Pression	Δ _s			
26 kN	19 Bar	0,09			
53 kN	39 Bar	5,33			
106 kN	78 Bar	16,46			
159 kN	117 Bar	28,09			
212 kN	156 Bar	41,64			
265 kN	195 Bar	56,44			
1°		56,60			
3°		56,67			
5°		56,72			
7°		56,76			
9°		56,81			
11°		56,86			
13°		56,90			
15°		56,91			
20°					
25°					
30°					
40°					
50°					
60°					
238 kN	175 Bar	56,94			
212 kN	156 Bar	54,54			
159 kN	117 Bar	42,16			
106 kN	78 Bar	29,36			
53 kN	39 Bar	14,47			
26 kN	19 Bar	5,48			
53 kN	39 Bar	9,13			
106 kN	78 Bar	20,98			
159 kN	117 Bar	32,99			
265 kN	195 Bar	58,26			
213 kN	157 Bar	43,55			
171 kN	126 Bar	42,95			
95 kN	70 Bar	40,66			
19 kN	14 Bar	38,65			
Résultat					
Traction résiduelle :			187 kN		
Tolérance de précision :			1,4%		
Longueur équivalente :			6,72 m		
Pente de fluage :			0,021		
CONFORME POUR SON UTILISATION					
Realise par :	G.KAFUKA				
Etabli par :	Q.AUBERT				
Contrôle par :	F.FETIVEAU				
Provisoire	Te = (1,15xTs)/B	Δ _{s,2-10°} < 1,5 mm	Δe 17-40° < 1,0 mm	Leq = EsSd _{(T_s/T_e)/T_s}	



LE CHANTIER

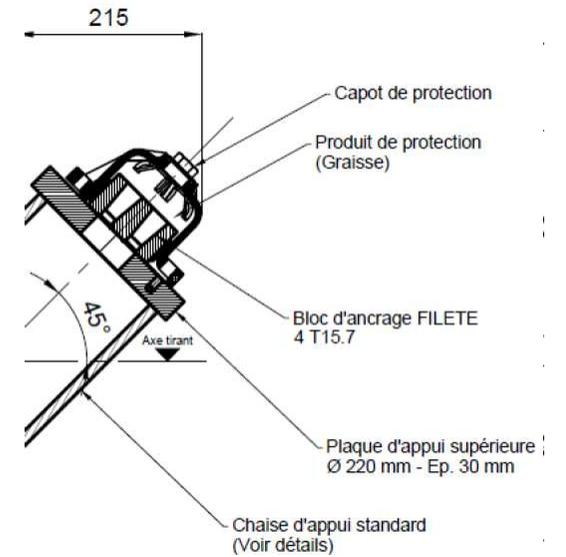
Mise en tension classique
Allongement ~ 2 fois plus que le toron





LES TETES D'ANCRAGE

Protection P1 standard





LA PAROI

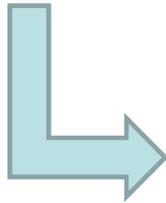


LA PAROI

CONCLUSION



- Mise en œuvre très proche des tirants traditionnels
- Pour les grandes longueurs nécessité de les assembler sur site
- Prendre en compte sa légèreté lors de l'équipement
- Tête d'ancrage facile à mettre en œuvre
- Mise en tension classique
- Allongement 2 fois plus important que le toron
- Suivi de l'évolution de la tension en cours



Aucune difficulté particulière

L'AVENIR....

