

Systemes DSI – Mines et tunnels



Sommaire

- ✚ Méthodes de construction (*tunnels*)
 - ✚ Pré-soutènement
 - ✚ Boulons d'ancrage
 - ✚ Supports passifs
 - ✚ Drains autoforants
 - ✚ Résines d'injection
 - ✚ Equipements
 - ✚ Prestations DSI



◆ 1. Méthodes de construction actuelles

Tunnelier



- + Percement par la roue de coupe
- + Tunnels de grandes longueurs
- + Extraction des déblais + mise en place des voussoirs automatisés

- + **Cadence élevée**
- **Peu de flexibilité**

Méthode traditionnelle



- + Dynamitage ou excavation
- + Combinaison d'éléments de soutènement
Cintres, boulons, épingles, voûte parapluie, béton projeté...
- + Réalisation des ouvrages annexes
Galleries, stations...

- + **adaptable à tous types de sols**
- **cadence moins élevée**

2. Cycle d'avancement type de creusement du tunnel – méthode traditionnelle

1. Réalisation de la voûte parapluie - présoutènement

- ✓ *Boulons acier autoforants*
- ✓ *Tubes acier autoforants*

2. Sécurisation de la zone de travail

- ✓ *Boulons acier : Dywidrill / AT-Power SET / CT-Bolt / etc...*

3. Renforcement du front de taille

- ✓ *Boulons fibre de verre*
- ✓ *Boulons acier*

4. Excavation et mise en place du soutènement définitif

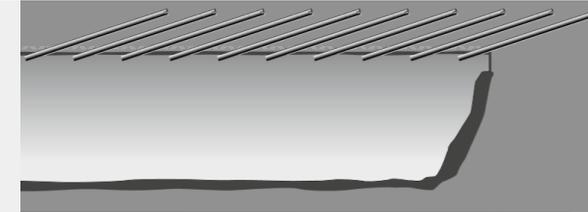
- ✓ *Pelle ou brise roche hydraulique*
- ✓ *Destruction des boulons au front*
- ✓ *Confinement du front de taille en béton fibré*
- ✓ *Pose du cintre avec béton projeté (profils cintrés)*



3. Systèmes DSI – méthode conventionnelle

3.1 Pré-soutènement – *voûte parapluie*

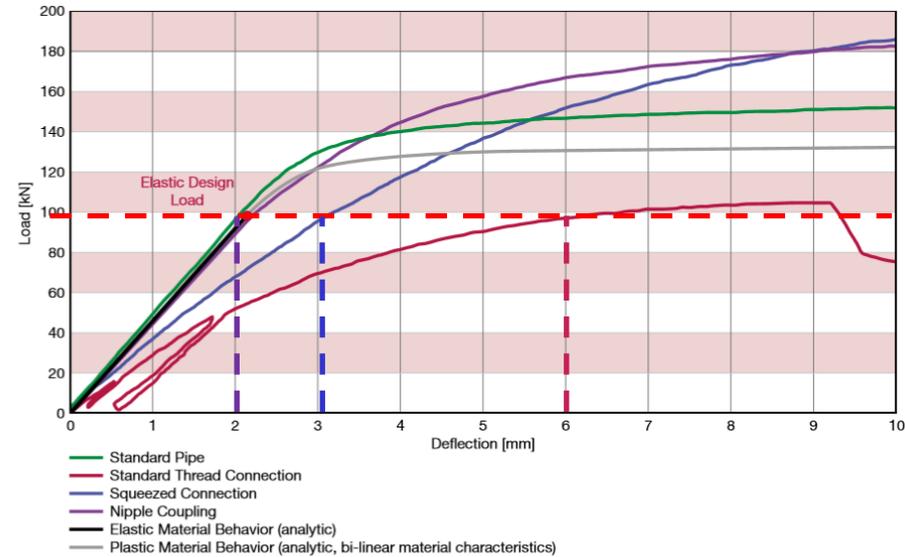
a. Tubes pour voûte parapluie



- ✓ *Terrains instables et hétérogènes*
- ✓ *Système autoforant*
- ✓ *Manchonnage des tubes*
- ✓ *Ø 76 à 168 mm*

3.1 Pré-soutènement - *voûte parapluie*

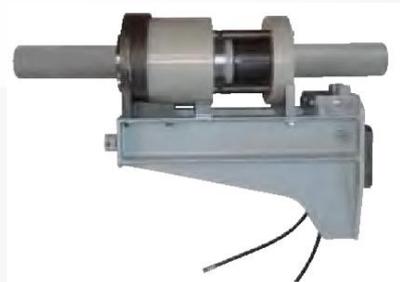
✚ Tubes pour voûte parapluie



- ✓ **Taillant**
- ✓ **Tubes d'extension**
- ✓ **Tige de forage**
- ✓ **buses d'injection**



**Accouplements...
... vissés**



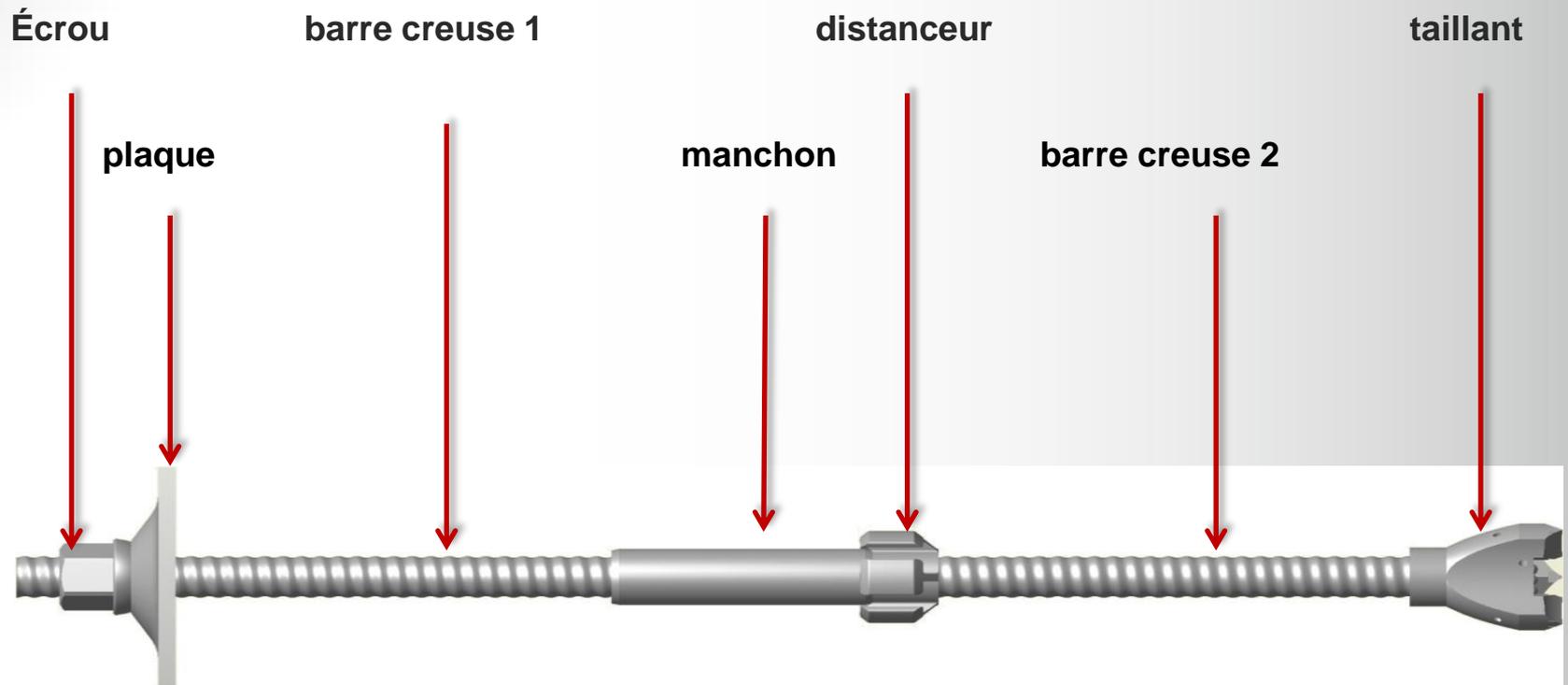
...sertis



... à raccords vissés

3.1 Pré-soutènement – *voûte parapluie*

b. Boulon autoforant Dywidrill



R32 / R38 / R51 = filetage rond



T76 = filetage trapézoïdal

◆ 3.1 Pré-soutènement – voûte parapluie

✚ c. Épingles

Épingles – ancrages type SN - biseautés => 6,0 m

- Préforage avec coulis de scellement
- Fonçage



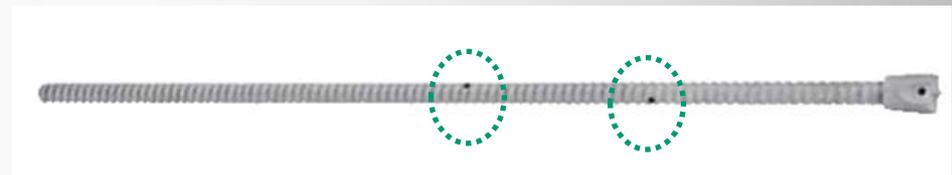
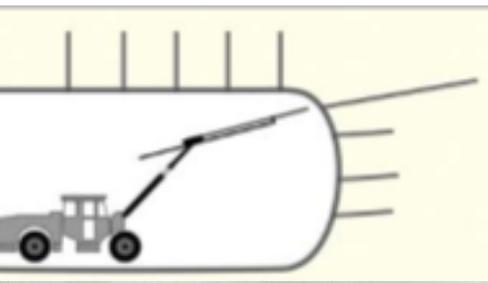
Tubular spiles – épingles tube => 6,0m

- Fonçage

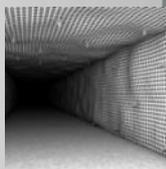
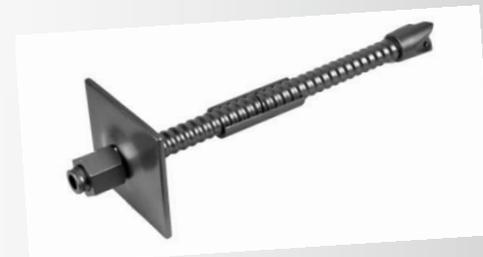
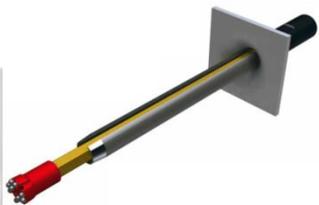
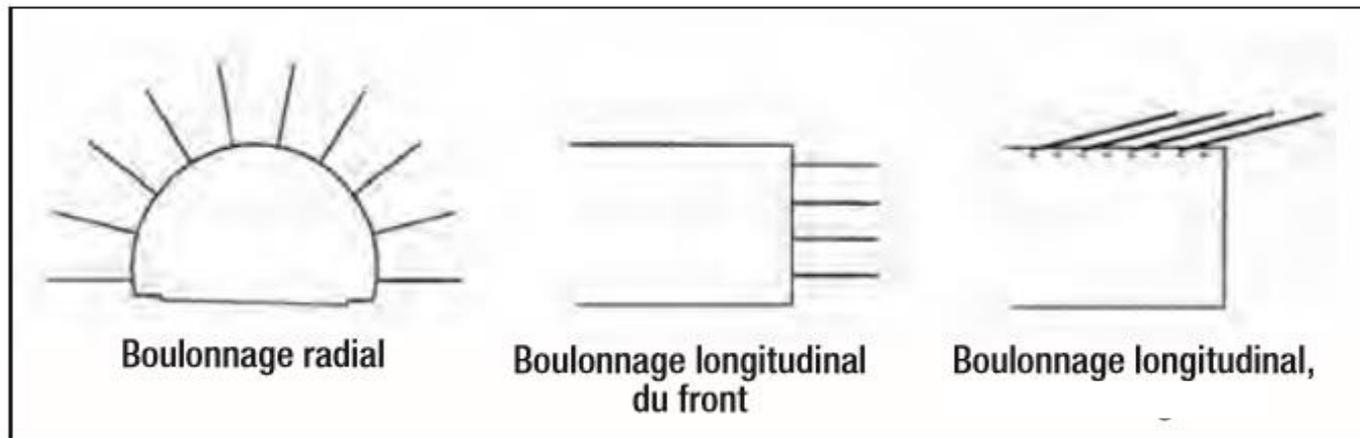


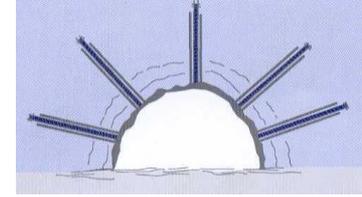
Épingles autoforantes – barres => 4,0 m

- Système autoforant
- R32 / R38 / R51
- Avec coulis de scellement



3.2 Boulons DSI





◆ a. Boulons à ancrage ponctuel

Mécanique - avec cheville à expansion

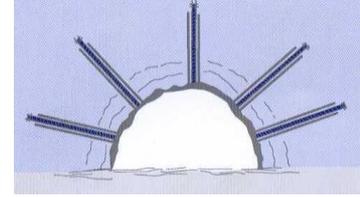
Frottement - scellement à la résine

Temps de prise : 30 / 90 / 120 / 180 secondes



efficacité immédiate





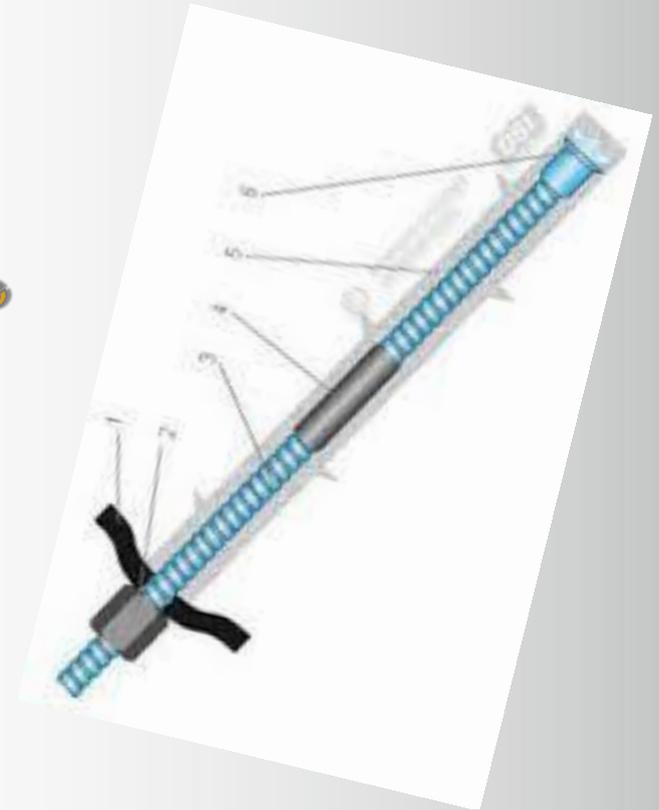
◆ b. Boulons à ancrage réparti

Scellement :

- ✚ Au mortier thixotropique*
- ✚ Au coulis*
- ✚ À la résine



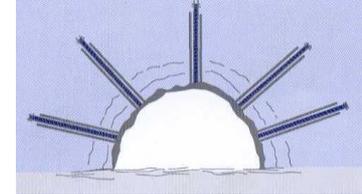
* efficacité différée



Boulon autoforant

écrou



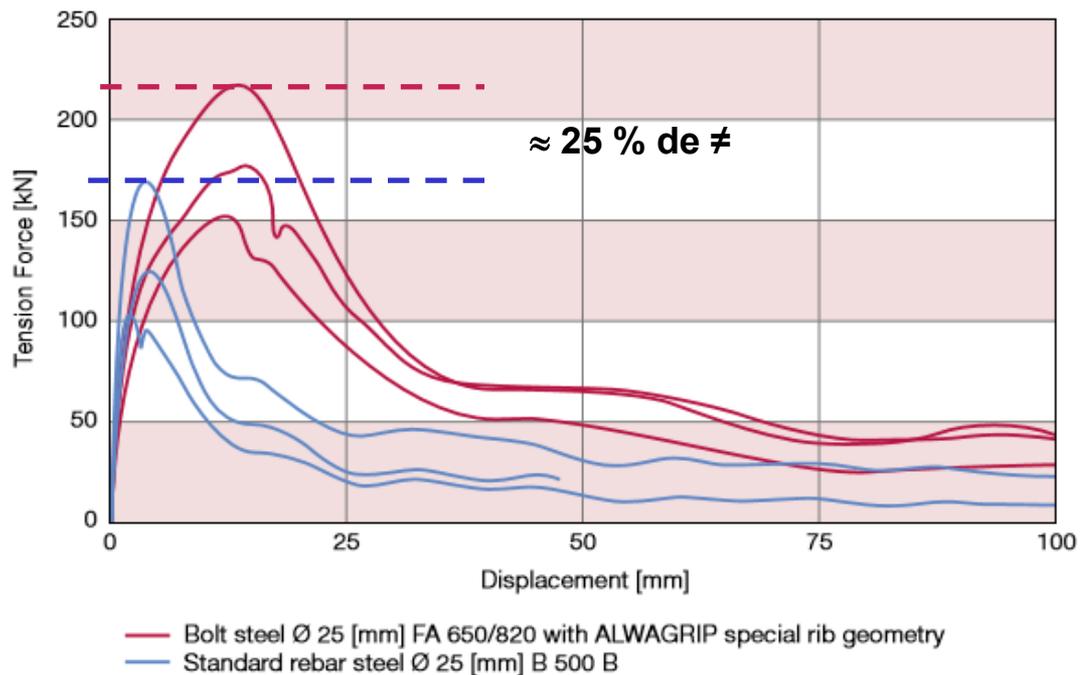


◆ b. Boulons à ancrage ponctuel et/ou réparti

Boulon SN - anchor

Scellement :

- ✓ Au mortier
- ✓ Au coulis
- ✓ À la résine



Test de traction

- ✓ Après 12 h
- ✓ L = 500 mm
- ✓ coulis

◆ b. Boulons câble



Application temporaire

- ✓ Scellé toute longueur
- ✓ Boulon actif
- ✓ léger et maniable
- ✓ Utilisation en mines, en espaces restreints



Version « bulbe » (effort + 25 %)

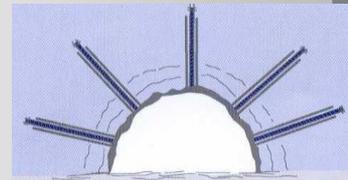
◆ c. Boulons mixtes – CT Bolt

Ancrage ponctuel (cheville à expansion) + scellement

*Application permanente
Efficacité immédiate*

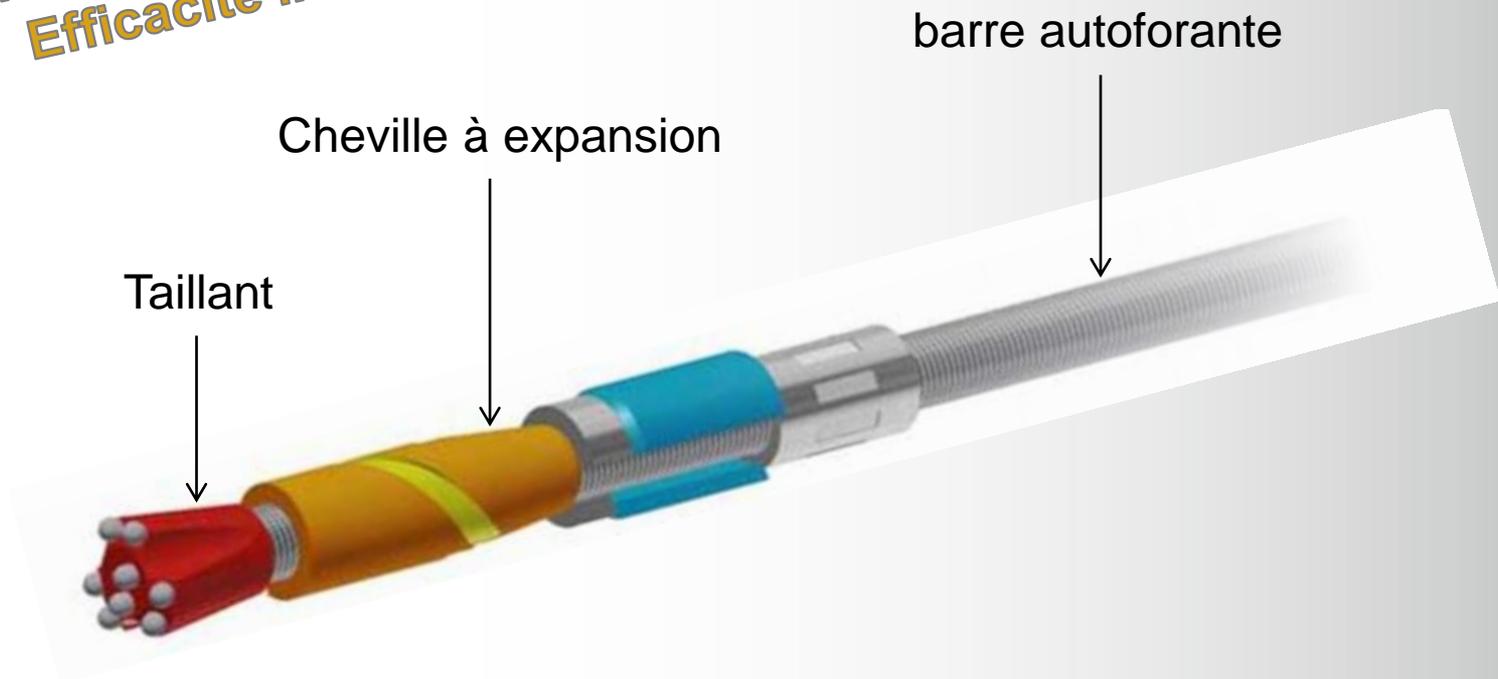


- ✓ Injection après projection du béton au parement possible
- ✓ Protection anticorrosion de 50 à 150 ans

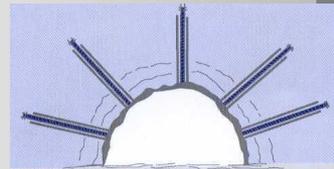


◆ c. Boulons mixtes autoforants – Dywidrill expansion Bolt

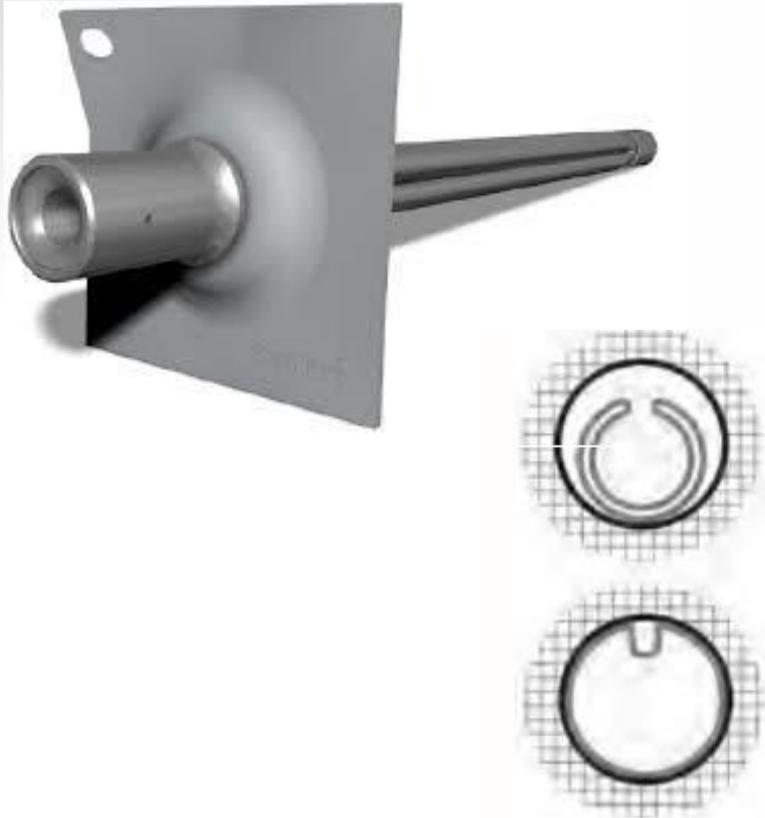
*Application temporaire ou permanente
Efficacité immédiate*



- ✓ Boulon autoforant à ancrage mécanique + scellement
- ✓ R32-210 => R51-800
- ✓ Manchonnage possible



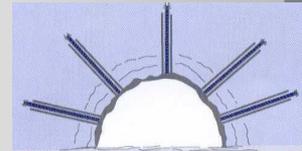
◆ d. Boulons à friction – Oméga bolt



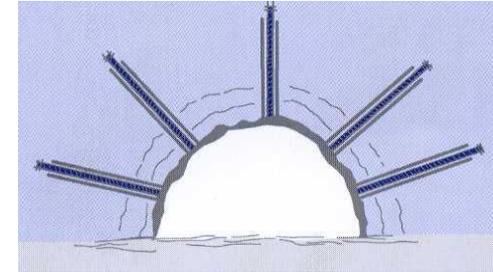
*Application temporaire
Efficacité immédiate*



- ✓ Boulon à friction
- ✓ Expansible par injection d'eau



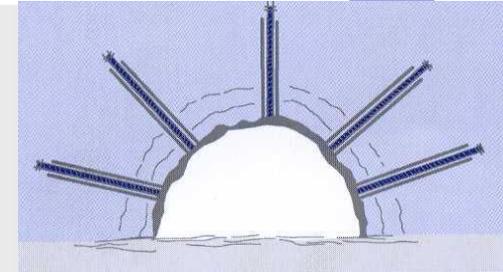
◆ d. Boulons à friction



Application temporaire
Efficacité immédiate

✓ **Mise en œuvre automatisée**

◆ d. Boulons à friction autoforant – AT Power SET

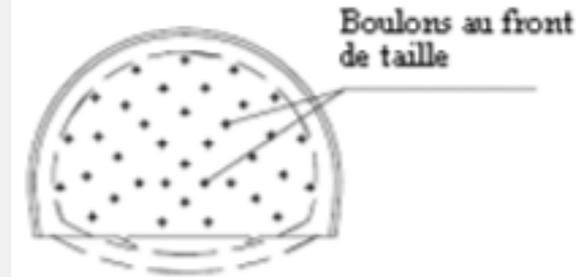
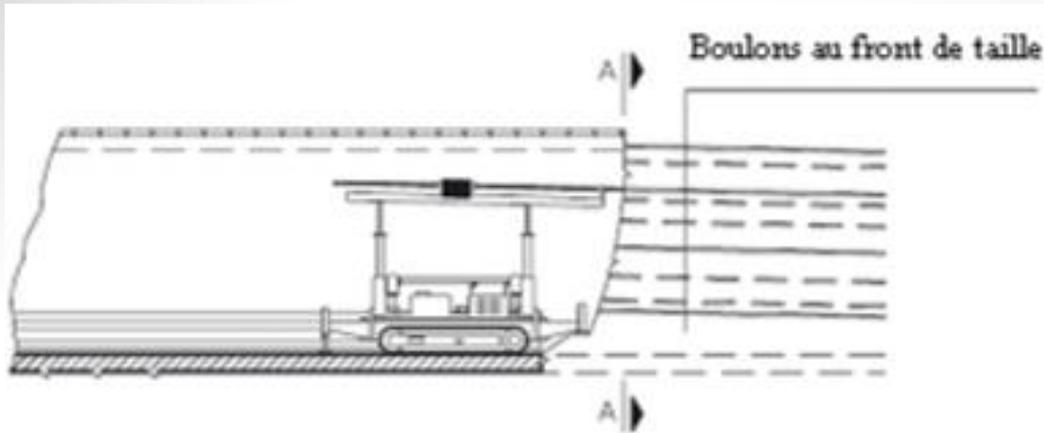


Application temporaire
Efficacité immédiate

- ✓ Boulon à friction autoforant
- ✓ Mise en œuvre automatisée



◆ e. Boulons fibre de verre



Préforé / pleine



préforé / creux



autoforant

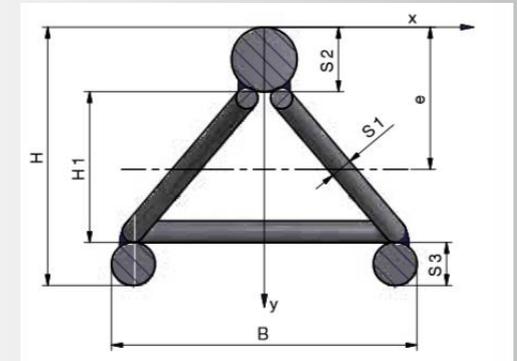
- ✓ **Boulons provisoires facilement destructibles**
- ✓ **Mis en œuvre avec coulis de scellement**
- ✓ **Ø 20 / 25 / 32 mm**
- ✓ **Limite de rupture 190 => 560 kN**



Matrice d'interprétation – extrait des recommandations de l'AFTES

BOULONS DONNÉES	Boulons à ancrage ponctuel	Boulons à ancrage réparti		Boulons mixte (ancrage ponctuel + scellement)	Boulons hybride (ancrage à friction + scellement)	Boulons Type "Cone Bolt®" *	Boulons autoforeurs		Boulons à Friction		Boulons Fibre de Verre	Boulons Carbone
		Scellement mortier	Scellement résine				Type "Minova SDA®"	"Alwag" type AT Power®	Type "Swelllex®"	Type "Split Set®"		
Traction	+++	++++	++++	++++	+++	++	+++	++	+++	+++	++	++
Cisaillement	+	++++	+++	+++	++	++++	+++	++	++	+++	++	++
Terrain fracturé	++	++	+	++	+++	+++	++++	+++	++	++	++	++
Forabilité terrain médiocre	o	+	+	++++	o	+	++++	++++	+	o	+	+
Caractère permanent	+	++++	+++	++++	+++	++++	+++	o	++	++	+	++
Action immédiate	++++	o	+++	++++	++++	+++	++	++++	++++	++++	+++	+++
Action différée	++	+++	++++	+++	+++		++++	++	+++	+++	+++	+++
Gêne due à la présence d'eau	++++	+	+++ R	++	++	++	+	++++	++++	+++	++ R	++ R
Drainage d'eau	++++	++	+	++	+	++	++	+++	++	++++	++	++
Étanchéité à l'eau	o	++	+++ R	++	++	++	++	o	+	+	++	++
Temps de mise en œuvre	++++	++	+++	+++	++		+++	+++	++++	++++	+++	+++

◆ 3.3 Soutènement passif - *cintres réticulés*



- ✓ Productions sur mesure adaptables aux sections
- ✓ Livraisons en plusieurs éléments à assembler sur site

◆ 3.4 système de drainage



- ✓ **Systeme autoforant**
- ✓ **Possibilité de brancher une pompe d'aspiration**

3.5 Résines d'injection

Product Segment	DYWI® Inject						
Product Group	PURE 8031	PURE X 8032	PURE 8034	PURE X 8034	SILO 8041	SILO 8042	GELE 8061
Product Designation	Polyurethane Injection Foam Resin	Accelerator for Polyurethane Injection Foam Resin	Polyurethane Injection Resin	Accelerator for Polyurethane Injection Resin	Silicate Injection Foam Resin	Silicate Injection Resin	Acrylate Injection Gel

Areas of Application in Mining, Tunneling, and Foundation Engineering

Sealing of cracks	X		X				
Sealing against water	X		X	X	X	X	X
Sealing against pressing water		X	X	X		X	
Sealing of floors or footwalls		X					X
Surface sealing and grout curtains							X
Sealing of excavations		X	X	X	X		X
Sealing against gas			X			X	
Sealing of anchor heads	X	X					
Installation of injection anchors			X			X	
Rock stabilization	X		X		X	X	
Injections in unconsolidated ground	X		X		X	X	X
Rock consolidation	X		X			X	
Filling of cavities	X				X		
Repair of wet sewers			X				
TBM excavations					X	X	



- ✓ Renforcement de sol
- ✓ Remplissage de cavités
- ✓ Rebouchage de fissures
- ✓ Formation d'écrans imperméables pour arrêter les venues d'eau

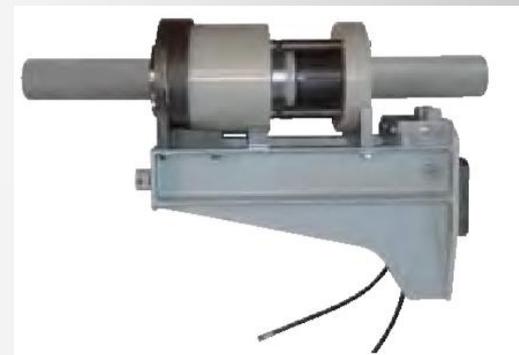
◆ équipements

Systemes de traction



Pompe OMEGA Bolt

Pompes d'injection



Connecteur pour tube

◆ Prestations DSI



Rédaction des documents d'exécution

DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL		Tel. : +33 4 78 78 27 82 email: del.france@dywidag-systems.fr		Fax : + 33 4 78 78 81 56 www.dywidag-systems.fr																																																																																																																																																								
PROCES VERBAL ESSAI DE BOLON D'ANCRAGE				ESSAI A LA RUPTURE effectué conformément à la norme XP P 94 - 444																																																																																																																																																								
Client		SOLETANCHE BACHY		Commande DSI établie par :		A. CASAS																																																																																																																																																						
Référence		TUNNEL DE VIGGIANELLO		Essai réalisé par :		A. CASAS																																																																																																																																																						
CARACTERISTIQUES DU BOLON			CARACTERISTIQUES DU VERIN			VALEURS A LA RUPTURE																																																																																																																																																						
Type d'armature	AT Power SET PS-300		Type de verin	MP 60		Déplacement maximal de la tête d'ancrage																																																																																																																																																						
Longueur du boulon	3,00 m		Numéro	F 3676		30,00 mm																																																																																																																																																						
Section de l'armature (A)	600 mm ²		Section du piston	132,54 cm ²		CARACTERISTIQUES DU FORAGE																																																																																																																																																						
Limite élastique de l'armature (T _p)	160 kN		Frottement moyen du verin		1,0%		Diamètre de l'outil de forage																																																																																																																																																					
Traction maxi (T _{max})	144 kN		nature du sol testé		rocher		48 mm																																																																																																																																																					
Date de l'essai																																																																																																																																																												
13/01/2016																																																																																																																																																												
Boulon 3 AT - Power SET																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Palier</th> <th>N�</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>-8</th> <th>-6</th> <th>-4</th> <th>-2</th> <th>-1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Traction</td> <td></td> <td>0,1xT_{max}</td> <td>0,2xT_{max}</td> <td>0,3xT_{max}</td> <td>0,4xT_{max}</td> <td>0,5xT_{max}</td> <td>0,6xT_{max}</td> <td>0,7xT_{max}</td> <td>0,8xT_{max}</td> <td>0,9xT_{max}</td> <td>1,0xT_{max}</td> <td>0,8xT_{max}</td> <td>0,6xT_{max}</td> <td>0,4xT_{max}</td> <td>0,2xT_{max}</td> <td>0,1xT_{max}</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>kN</td> <td>14</td> <td>29</td> <td>43</td> <td>58</td> <td>72</td> <td>86</td> <td>101</td> <td>115</td> <td>130</td> <td>144</td> <td>115</td> <td>86</td> <td>58</td> <td>29</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Pression</td> <td>bars</td> <td>11</td> <td>22</td> <td>33</td> <td>44</td> <td>55</td> <td>66</td> <td>77</td> <td>88</td> <td>99</td> <td>110</td> <td>88</td> <td>66</td> <td>44</td> <td>22</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">Dur�e de chargement en minutes</td> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>0,48</td> <td>1,06</td> <td>1,65</td> <td>2,04</td> <td>2,51</td> <td>3,10</td> <td>4,05</td> <td>5,15</td> <td>6,29</td> <td>6,00</td> <td>5,88</td> <td>5,77</td> <td>5,70</td> <td>5,06</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>0,48</td> <td>1,12</td> <td>1,68</td> <td>2,05</td> <td>2,51</td> <td>3,14</td> <td>4,10</td> <td>5,17</td> <td>6,30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td>0,85</td> <td>1,16</td> <td>1,70</td> <td>2,05</td> <td>2,60</td> <td>3,16</td> <td>4,10</td> <td>5,17</td> <td>6,30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>0,80</td> <td>1,18</td> <td>1,70</td> <td>2,08</td> <td>2,60</td> <td>3,16</td> <td>4,10</td> <td>5,17</td> <td>6,31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>0,80</td> <td>1,18</td> <td>1,72</td> <td>2,08</td> <td>2,61</td> <td>3,16</td> <td>4,10</td> <td>5,20</td> <td>6,31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Palier	N�	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-8	-6	-4	-2	-1	Traction		0,1xT _{max}	0,2xT _{max}	0,3xT _{max}	0,4xT _{max}	0,5xT _{max}	0,6xT _{max}	0,7xT _{max}	0,8xT _{max}	0,9xT _{max}	1,0xT _{max}	0,8xT _{max}	0,6xT _{max}	0,4xT _{max}	0,2xT _{max}	0,1xT _{max}	T	kN	14	29	43	58	72	86	101	115	130	144	115	86	58	29	14	Pression	bars	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	88	66	44	22	11	Durée de chargement en minutes	1	0,00	0,48	1,06	1,65	2,04	2,51	3,10	4,05	5,15	6,29	6,00	5,88	5,77	5,70	5,06	2		0,48	1,12	1,68	2,05	2,51	3,14	4,10	5,17	6,30						3		0,85	1,16	1,70	2,05	2,60	3,16	4,10	5,17	6,30						4		0,80	1,18	1,70	2,08	2,60	3,16	4,10	5,17	6,31						5		0,80	1,18	1,72	2,08	2,61	3,16	4,10	5,20	6,31					
Palier	N�	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-8	-6	-4	-2	-1																																																																																																																																												
Traction		0,1xT _{max}	0,2xT _{max}	0,3xT _{max}	0,4xT _{max}	0,5xT _{max}	0,6xT _{max}	0,7xT _{max}	0,8xT _{max}	0,9xT _{max}	1,0xT _{max}	0,8xT _{max}	0,6xT _{max}	0,4xT _{max}	0,2xT _{max}	0,1xT _{max}																																																																																																																																												
T	kN	14	29	43	58	72	86	101	115	130	144	115	86	58	29	14																																																																																																																																												
Pression	bars	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	88	66	44	22	11																																																																																																																																												
Durée de chargement en minutes	1	0,00	0,48	1,06	1,65	2,04	2,51	3,10	4,05	5,15	6,29	6,00	5,88	5,77	5,70	5,06																																																																																																																																												
	2		0,48	1,12	1,68	2,05	2,51	3,14	4,10	5,17	6,30																																																																																																																																																	
	3		0,85	1,16	1,70	2,05	2,60	3,16	4,10	5,17	6,30																																																																																																																																																	
	4		0,80	1,18	1,70	2,08	2,60	3,16	4,10	5,17	6,31																																																																																																																																																	
	5		0,80	1,18	1,72	2,08	2,61	3,16	4,10	5,20	6,31																																																																																																																																																	
Observations sur l'essai																																																																																																																																																												
<ol style="list-style-type: none"> L'essai a été réalisé conformément à la procédure DSI. L'essai a été mené jusqu'à la charge maximale de 144 kN. Bolon équipé d'un élément d'expansion. 																																																																																																																																																												
Résultat de l'essai à la rupture du boulon				T _r ≥ 144 kN																																																																																																																																																								
				Y _r = 6,31 mm																																																																																																																																																								
Version 1.00																																																																																																																																																												

Réalisation des essais d'arrachement
Conformément aux normes en vigueur

Local Presence – Global Competence

www.dywidag-systems.at

