

Systemes d'ancrage pour la géotechnique



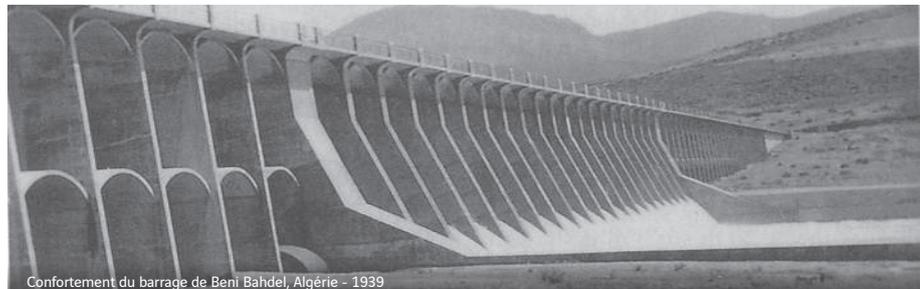
C O N C E V O I R , C O N S T R U I R E , E N T R E T E N I R



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

INTRODUCTION

Les tirants d'ancrage dans le sol ont été l'une des premières applications des techniques Freyssinet. En effet, dès 1939, Eugène Freyssinet utilisait, en association avec des vérins plats, des tirants précontraints ancrés pour stabiliser le barrage de Beni Bahdel (Algérie)



Confortement du barrage de Beni Bahdel, Algérie - 1939

Depuis lors, un essor considérable a eu lieu dans ce domaine d'application et ce, grâce à l'évolution technologique. L'étendue des possibilités s'est fortement accrue permettant ainsi aux projeteurs et aux constructeurs de surmonter avec sûreté et efficacité les défis techniques imposés par l'environnement.

Soucieux de l'évolution de la demande et du marché, Freyssinet a largement développé sa gamme pour la géotechnique durant ces dernières années.

Fort d'une expérience de plus de 70 ans dans les sols, associée à une force de production accréditée et respectueuse des normes internationales, Freyssinet conçoit, fabrique et assiste les entreprises sur chantier.

Nous maîtrisons chacune des étapes pour être performants et garantir la durabilité de notre travail.

Aujourd'hui et pour demain, Freyssinet met son expertise et son savoir-faire au service de vos projets :

- Nous offrons des solutions d'ancrage ainsi que des services associés aux entreprises de fondations spéciales et de confortement, pour assurer la stabilité des ouvrages et le renforcement des sols.
- Les produits sont développés puis réalisés dans des ateliers modernes par une main d'œuvre spécialisée. La qualité est le maître mot de chacune des étapes de fabrication et chacun de nos produits a été soumis à des tests poussés pour vous garantir une utilisation optimale.
- Freyssinet conseille les entreprises et les maîtres d'œuvre à la conception des ouvrages, méthodes de pose et technologies spécialisées. Parce que chaque client est unique, notre cercle d'experts vous apporte les solutions adéquates à vos besoins.

Acteur majeur dans le domaine de la géotechnique, nous adoptons une politique active de recherche et développement, avec pour principale ambition de comprendre les besoins de chaque client pour lui apporter des solutions adaptées.



Gare de Rosa Parks, Paris, France - 2012

Le groupe Freyssinet

Freyssinet réunit **un ensemble d'expertises sans équivalent dans le secteur du génie civil spécialisé**. L'entreprise met en œuvre des solutions à forte valeur ajoutée dans deux grands domaines : la construction et la réparation.

Freyssinet contribue à de nombreuses réalisations sur les cinq continents qui en font le leader mondial dans ses spécialités :

- la précontrainte ;
- les méthodes de construction ;
- les structures à câbles ;
- les équipements d'ouvrages ;
- la réparation ;
- le renforcement et la maintenance de structures.

Très impliqué dans les problématiques de développement durable, Freyssinet multiplie les actions, notamment pour réduire l'impact environnemental des chantiers ou encore renforcer sa politique de responsabilité sociale.

Freyssinet est une filiale du groupe Soletanche Freyssinet, leader mondial dans les métiers des sols, des structures et du nucléaire.

*Photo de couverture :
Gare de Rosa Parks - Paris, France*

Sommaire

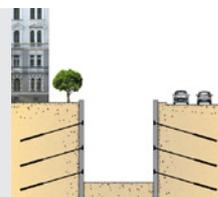
Domaines d'utilisation	p3
Armatures Freyssinet	p4
Phases de mise en œuvre	p5
Les tirants d'ancrage	p6
Les clous et les boulons	p6
Les micropieux	p7
Les tirants portuaires	p7
Tirants câble Freyssinet	p8
Tirants Freyssibar	p10
Systèmes Freyss500-E, Freyssi670-E et Freyss500	p12
Système FreyssSD	p14
Système FreyssCell	p15
Systèmes d'injection	p16
Services associés	p17
Quelques références	p18
Fabrication et qualité	p19

DOMAINES D'UTILISATION

Les ancrages sont utilisés dans tous les domaines de la construction.

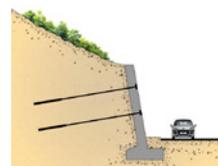
Excavation

L'ancrage assure la stabilité du sol et autorise la réalisation de fouilles profondes et larges. Il est souvent temporaire, car la stabilité du terrain est assurée à long terme par le bâtiment construit dans la fouille (parkings, sous-sols,...)



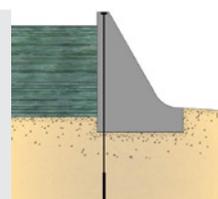
Confortement de talus

L'installation d'ancrages inclinés évite les glissements de terrain et améliore la résistance du sol.



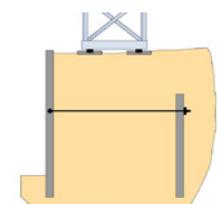
Barrages

Les ancrages verticaux, généralement précontraints, améliorent la résistance au basculement des barrages et limitent les infiltrations d'eau au droit du contact avec la roche.



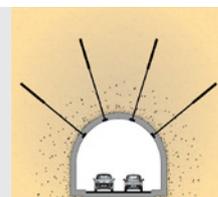
Murs de quais

Les tirants portuaires assurent la stabilité d'un mur de quai en reportant les efforts sur un rideau arrière. Ce principe est également appliqué à des remblais soutenus par des murs préfabriqués (rampes d'accès,...)



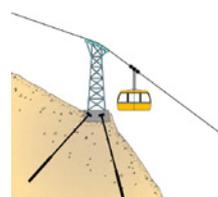
Souterrains

Les techniques d'ancrage consolident le soutènement des galeries par équilibrage des forces du terrain. On retrouve ce type d'utilisation dans les mines et les tunnels.



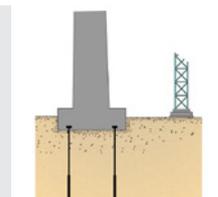
Ancrages de structures

Les ancrages verticaux assurent une liaison efficace de la fondation avec le terrain, et limitent les effets de fatigue lorsqu'ils sont précontraints. Ces ancrages sont applicables aux pylônes, antennes de télécommunication, éoliennes,...



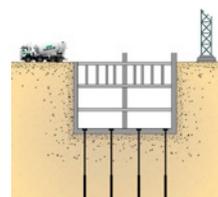
Fondations

Les ancrages permettent la réalisation de constructions sur des terrains ayant de faibles capacités portantes, ou instables. Les descentes de charge de la construction sont transmises aux zones stables en profondeur.



Charges de soulèvement hydrostatiques

Des ancrages, protégés contre la corrosion, sont employés pour maintenir en place des structures soumises à de fortes sous-pression d'eau et autorisent ainsi la construction d'ouvrages dans les zones humides, en compensant la poussée d'Archimède.



Plusieurs familles d'ancrage se distinguent pour ces différentes applications :

- Les tirants d'ancrage
- Les clous et les boulons d'ancrage
- Les micropieux
- Les tirants portuaires

ARMATURES FREYSSINET

Freyssinet propose une large gamme d'armatures permettant de concevoir des ancrages adaptés à chaque application.

Applications	Toron	Freyssibar	Freyssi500 / Freyssi500-E	Freyssi670-E	Freyssi SD
Tirants d'ancrage	X	X	X	X	X
Clous et boulons d'ancrage			X	X	X
Micropieux		X	X	X	X
Tirants portuaires	X		X	X	

Caractéristiques des armatures

Armature	Diam. (mm)		Section mini mm ²	Masse mini kg/m	Contrainte à la rupture N/mm ²	Limite de rupture kN	Contrainte à la limite élastique N/mm ²	Limite élastique kN	Module d'Young moyen N/mm ²	
	Nom.	Ext.								
Toron de précontrainte 	p 8-9	T12,5	12,5	93	1 860	173	1650	152	195 000	
		T12,9	12,9	100		0,78		186		164
		T15,3	15,3	140		1,10		260		229
		T15,7	15,7	150		1,18		279		246
Freyssibar 	p 10-11	26,5	28,8	552	1 030	568	835	461	170 000	
		32	34,5	804		6,66		828		672
		36	38,6	1 018		8,45		1 048		850
		40	43,4	1 257		10,41		1 295		1 049
		50	53,2	1 964		16,02		2 022		1 640
Freyssi 670-E 	p 12-13	22	23,8	375	800	300	670	251	210 000	
		25	27,3	491		3,85		393		329
		28	30,6	616		4,83		493		413
		30	33,0	707		5,55		566		474
		35	38,3	962		7,55		770		645
		43	46,8	1 452		11,40		1 162		973
		57,5	61,5	2 597		20,38		2 078		1 740
		63,5	67,8	3 167		24,86		2 534		2 122
Freyssi 500 / Freyssi 500E 	p 12-13	20	22,1	314	550	173	500	157	210 000	
		25	27,6	491		3,85		270		246
		28	30,9	616		4,83		339		308
		32	35,4	804		6,31		442		402
		40	43,9	1 257		9,87		691		629
		50	54,3	1 963		15,40		1 078		982
		63,5	67,9	3 167		24,86		2 217		1 758
Freyssi SD 	p 14	R25N	25	250	600 à 850	200	500 à 680	150	190 000	
		R32N	32	350		2,70		280		230
		R32S	32	430		3,40		360		280
		R38N	38	590		4,70		500		400
		R51L	51	740		5,90		550		450
		R51N	51	940		7,40		800		630
		T76L	76	1 650		12,90		1 200		1 000
		T76N	76	2 080		16,30		1 600		1 200
T76S	76	2 460	19,30	1 900	1 500					

PHASES DE MISE EN ŒUVRE

A chaque phase de la réalisation, Freyssinet propose des solutions adaptées. Les contraintes liées à l'exécution font partie intégrante de la conception des produits et systèmes.

Préfabrication et transport

Les ancrages sont réalisés à l'aide de barres ou de torons, sur lesquels sont montés des accessoires (gainés pour la longueur libre, tubes d'injection pour le scellement, centreurs,...). Les systèmes de protection anticorrosion sont réalisés en usine afin de garantir une qualité et une efficacité maximale. Un conditionnement adapté permet de transporter les produits dans de bonnes conditions de sécurité et de protection.



Forage

Le forage est réalisé avec un diamètre généralement compris entre 50 et 200 mm au moyen d'un outillage et d'un fluide de perforation adaptés au terrain. Toutes les inclinaisons sont envisageables et déterminées par les contraintes de l'ouvrage et du sol. Le forage doit permettre la mise en place de l'ancrage dans le sol. Il a une influence importante sur la résistance finale du scellement. La constitution des ancrages doit tenir compte du mode de forage, du diamètre, de l'inclinaison (solution de centrage de l'armature dans le trou, emplacement du système d'injection par rapport à l'armature,...)



Installation dans le forage et injection

La mise en place de l'ancrage dans le trou de forage est réalisée avec des moyens adaptés : palonnier, dérouleur, grue, ... ou à bras d'hommes dans certains cas. Une fois l'ancrage en place, le produit de scellement, généralement un coulis de ciment fortement dosé, est injecté dans le trou de forage au moyen d'un tube d'injection. Il existe plusieurs méthodes d'injection, adaptées aux terrains rencontrés (voir page 16).



Essais

Des essais de traction sont indispensables. Certains sont effectués en début de chantier sur des ancrage perdus, afin de valider que les hypothèses de calcul de prédimensionnement du scellement sont suffisantes. D'autres, non destructifs sont effectués sur des tirants intégrés à l'ouvrage. Des techniciens Freyssinet spécialisés interviennent sur chantier pour effectuer ces opérations, dans le respect des normes applicables au type d'ancrage et au pays. Le respect de ces normes est primordial au bon déroulement d'un projet (voir page 17).



Mise en tension

Sur les ancrages précontraints (tirants d'ancrage ou boulons en roche), la mise en tension s'effectue dans un délai de 1 à 7 jours après l'injection, suivant le type de terrain et le produit de scellement utilisé. Un vérin est utilisé pour exercer la tension. Lors de cette opération, chaque tirant subit une traction d'épreuve permettant de valider la bonne tenue du scellement. Du matériel spécifique et des techniciens spécialisés sont nécessaires pour effectuer cette opération sensible.



Protection définitive

La protection définitive de la tête d'ancrage est réalisée par un remplissage des vides autour de l'armature, avec des produits adéquats (graisse, cire, coulis de ciment). Les parties métalliques sont elles aussi l'objet d'un traitement anticorrosion adapté au milieu et aux normes applicables.



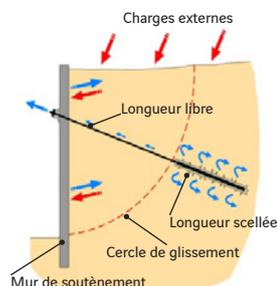
LES TIRANTS D'ANCRAGE

Les tirants d'ancrage sont utilisés pour des efforts de traction. Ils transmettent les forces d'une structure (mur, fondation,...) au terrain dans lequel ils sont scellés. Ils sont généralement précontraints.

Deux principes de fonctionnement

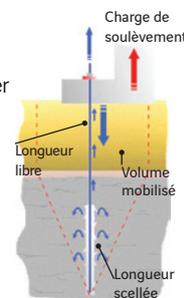
Soutènement

Le tirant permet de stabiliser un mur de soutènement en reportant les efforts induits par la poussée naturelle du terrain et les charges d'exploitation au-delà du cercle de glissement. Les efforts sont transmis au terrain par la longueur scellée. Le tirant est généralement précontraint afin de contrôler le déplacement de la paroi lors des différentes phases de construction.



Ancrage de structure

Le tirant a pour but de générer un effort sur une structure, soit pour compenser un effort de soulèvement, soit pour comprimer la fondation sur le terrain. Il doit mobiliser un volume de terrain ayant un poids suffisant pour compenser l'effort souhaité. La longueur scellée est prévue pour transmettre les efforts au terrain, et la longueur libre est définie en fonction du volume de terrain recherché. La force de précontrainte revêt une importance capitale pour limiter ou supprimer le mouvement vertical. Dans le cas d'efforts répétés, elle supprime les risques de fatigue sur le scellement.



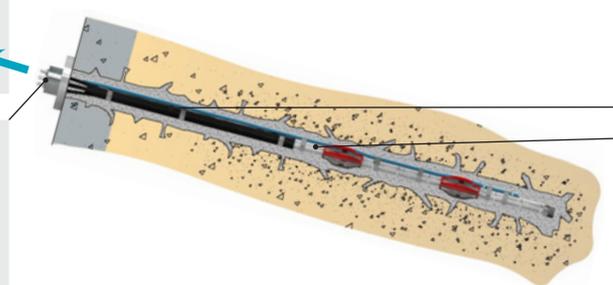
Les différentes parties du tirant

Force de précontrainte

Elle peut être inférieure à la force de service du tirant. Elle est définie en fonction des déplacements acceptables de la structure.

Tête d'ancrage

C'est elle seule qui assure la liaison mécanique entre l'armature du tirant et la structure. Sa résistance et sa pérennité doivent faire l'objet d'une attention particulière.



Longueur libre

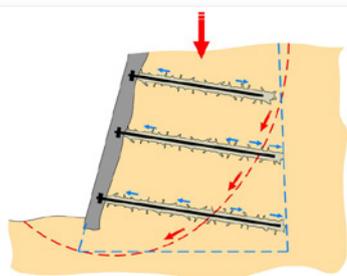
Elle est comprise entre la tête du tirant et le début de la longueur scellée. Elle permet l'allongement du câble lors de sa mise en tension et la transmission des forces à la longueur scellée.

Longueur scellée

Elle transmet l'effort au sol, à la profondeur définie par l'auteur du projet. La transmission de l'effort s'effectue par le scellement, réalisé par injection de coulis de ciment dans le terrain.

LES CLOUS & LES BOULONS

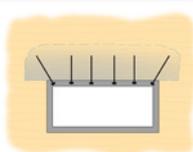
Ces ancrages sont réalisés, la plupart du temps, avec des barres introduites dans un trou de forage. Ils sont maintenus à l'aide d'un scellement ou d'un ancrage mécanique. Leur but est d'améliorer la résistance du sol.



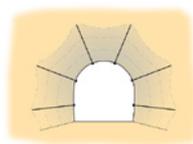
Terrains meubles : Les clous

Les clous sont constitués de barres de diamètre 20 à 50 mm, introduites dans des forages de 70 à 150 mm. Leur longueur est généralement supérieure à 6,00 m et peut atteindre 20 m. Ils sont scellés sur toute leur longueur par une injection au coulis de ciment. Ils sont dits « passifs » et sont sollicités en traction, en flexion et en cisaillement par les mouvements du terrain.

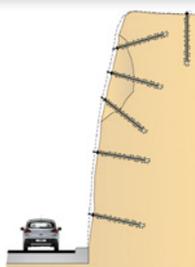
En mine - Les boulons arment le toit de la cavité pour reconstituer une poutre avec le terrain naturel.



En tunnel - Les boulons renforcent le terrain naturel sur la voûte pour créer l'effet d'un cintre.



En falaise - Les boulons stabilisent les blocs pour limiter l'érosion. Ils permettent aussi d'ancrer les filets pare-pierres et pare-blocs.



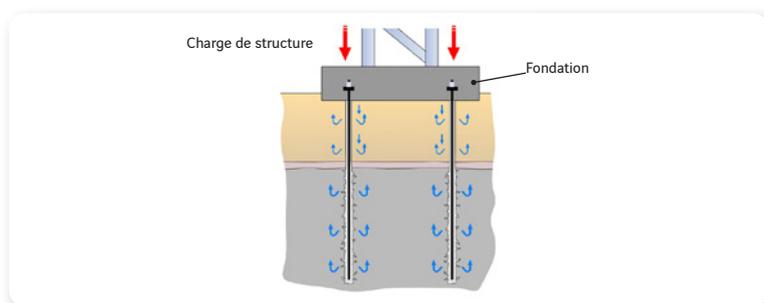
Roche : Les boulons d'ancrage

Les boulons d'ancrage sont constitués de barres de diamètre 15 à 32 mm, introduites dans des forages de 30 à 60 mm. Leur longueur est généralement comprise entre 3,00 et 6,00 m. Ils peuvent être scellés sur toute leur longueur par une injection au coulis de ciment, ou être ancrés ponctuellement en fond de trou par une résine ou un ancrage mécanique.

Les ancrages à scellement continu sont dits « passifs » et sont sollicités en traction et en cisaillement par les mouvements du terrain. Les boulons à scellement ponctuel (résine ou cheville) sont souvent précontraints par un serrage à la clé ou au vérin.

LES MICROPIEUX

Le micropieu est utilisé pour conforter des fondations existantes ou réaliser une fondation profonde sur des ouvrages neufs.



Un élément de fondation

Le micropieu constitue un élément de fondation en transférant les charges induites par une structure sur une fondation dans un sol portant. Il travaille essentiellement en frottement, pour reprendre des efforts de compression et/ou de traction. Comme les autres ancrages, c'est la combinaison entre le diamètre de forage, le mode d'injection et les caractéristiques du sol qui permet de définir sa capacité portante.

Éléments constitutifs du micropieu

Le micropieu peut être composé d'une ou plusieurs armatures :

- Une barre seule
- Un faisceau de plusieurs barres (généralement trois)
- Une barre contenue dans un tube métallique

Dans tous les cas, les barres pourront être raboutées à l'aide de coupleurs, et seront équipées de distanceurs corbeille.

Un tube d'injection adapté au mode d'injection souhaité sera installé le long de l'armature.

La liaison avec la fondation se fait au moyen d'un assemblage de plaque, écrou ou contre-écrou, positionnés judicieusement en fonction du sens des efforts.



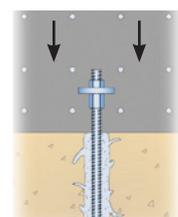
Micropieu barre simple



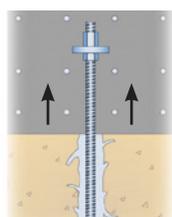
Micropieu multibarres



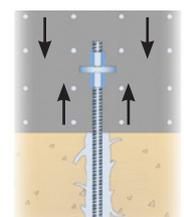
Micropieu barre + tube



Tête en compression



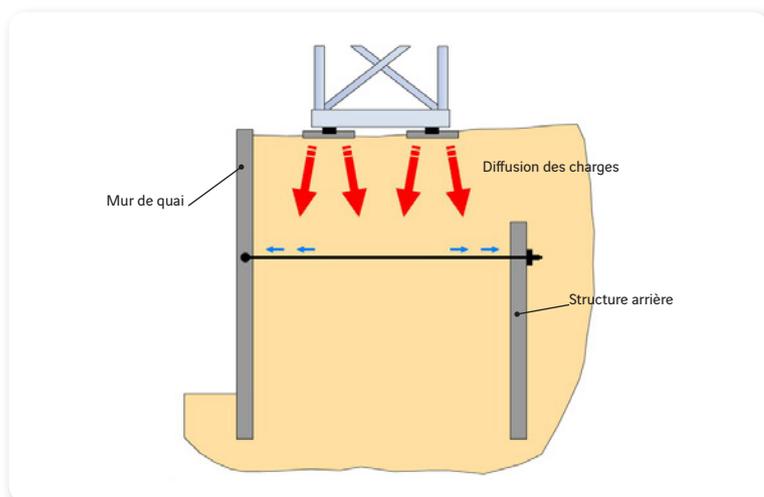
Tête en traction



Tête en traction/compression

LES TIRANTS PORTUAIRES

Un quai, maritime ou fluvial, est généralement constitué d'un remblai confiné entre le mur de quai et un rideau arrière. C'est le tirant qui assure la stabilité de l'ensemble.



Un élément de structure

Le tirant portuaire liaisonne un mur de quai (paroi moulée, rideau de palplanches,...) à une structure arrière (pieu, rideau de palplanches,...). Les efforts induits sur le mur de quai par la poussée naturelle du terrain et par les charges d'exploitation, sont transmis au tirant qui, sollicité en traction, reporte ces forces sur la structure arrière, elle-même soumise à une poussée due aux charges d'exploitation. Le tirant vient ainsi contenir les efforts dans un massif de terrain défini par le mur et la structure arrière.

C'est le remblaiement et l'application des charges d'exploitation qui mettent en traction le tirant. Les mouvements du terrain se traduisent par des sollicitations du tirant en flexion et en cisaillement, qui nécessitent souvent la mise en place d'ancrages articulés.

Les tirants peuvent être constitués de barres passives (dans ce cas, on utilise des classes d'acier plutôt basses pour limiter l'allongement) ou de torons (dans ce cas il seront précontraints).

TIRANTS CÂBLE FREYSSINET

Catégories

Les tirants sont définis par leur classe de protection, et le type d'injection dont ils sont équipés pour réaliser le scellement. Ils peuvent être temporaires (faible durée de vie), semi-permanents (durée de vie moyenne) ou permanents (longue durée de vie), ce qui définit leur niveau de protection anticorrosion. La position des torons entre-eux, définie par le type d'écarteur utilisé, permet de positionner le système d'injection et la gaine de protection lorsqu'il y en a une.

Mode d'injection	Classe de protection		
	Temporaire	Semi permanent	Permanent
Gravitaire	A0	A1	A2
Ré-injection globale	A0	A1	A2
Ré-injection selective	B0	B1	B2

Types de tirant

Tirants temporaires et semi-permanents - Les 2 types de tirants se distinguent par la présence ou non de graisse sur les torons.

Tirants A0 et A1



Détails

Voir la fiche technique

Longueur libre

Torons graissés (A1) ou non (A0), gainés individuellement.

Longueur scellée

Torons nus avec écarteurs, tube(s) d'injection en option.

Pieds de tirant

Torons assemblés par cerclage.
Pied renforcé en option.



Tirants B0 et B1



Détails

Voir la fiche technique

Longueur libre

Torons graissés (B1) ou non (B0), gainés individuellement, avec écarteurs pour enfiler le tube à manchettes sur chantier.

Longueur scellée

Torons nus avec écarteurs, tube(s) d'injection en option.

Pieds de tirant

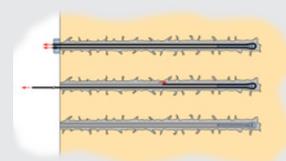
Torons assemblés par cerclage.
Pied renforcé en option.



Autres types

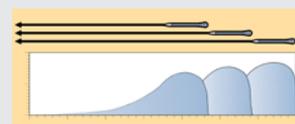
Tirants démontables

Consulter Freyssinet



Il peut être nécessaire de retirer le câble en acier à la fin du projet.

Cet ancrage permet une extraction complète des tirants.



Tirants SBMA0 et SBMA1

Consulter Freyssinet

Création de plusieurs zones d'ancrage distinctes sur un même tirant

Têtes d'ancrage



Tête temporaire P0

Elle est composée d'une plaque d'appui brute, d'un bloc et de mors. Elle ne comporte aucune protection particulière.



Tête permanente P2 standard

Elle est composée d'une plaque d'appui peinte, d'un bloc et de mors. Un capot de protection et un tube trompette pleins de cire assurent une protection permanente contre la corrosion.



Tête semi-permanente P1

Elle est composée d'une plaque d'appui brute, d'un bloc et de mors. Un capot de protection rempli de graisse ou de cire et un joint derrière la plaque assurent une protection semi-permanente.



Tête permanente P2R retensionnable

Elle est composée des mêmes composants que la tête P2, mais le bloc est remplacé par un bloc fileté.

Capacité des tirants d'ancrage

Unité	Classe d'acier MPa	Section nominale mm ²	Masse du toron kg/m	Limite élastique kN	Limite de rupture kN
4T15,3 4x0"6	1 650 / 1 860	560	4,40	916	1040
7T15,3 7x0"6		980	7,70	1603	1820
9T15,3 9x0"6		1260	9,90	2061	2340
13T15,3 13x0"6		1820	14,30	2977	3380
4T15,7 4x0"62	1 650 / 1 860	600	4,72	984	1116
7T15,7 7x0"62		1050	8,26	1722	1953
9T15,7 9x0"62		1350	10,62	2214	2511
13T15,7 13x0"62		1950	15,34	3198	3627

Unités standard (les unités intermédiaires sont réalisées en laissant un ou plusieurs emplacements de toron vides)

Les torons les plus couramment utilisés sont les 15,3 (0"6) et T15,7 (0"62) classe 1860 MPa. Cependant, d'autres torons peuvent être utilisés (T12,5 (0"5), T12,9 (0"52) par exemple).

La gamme standard se décline de 2 à 13 torons, mais des tirants de plus grosse capacité sont facilement réalisables sur demande.

La charge de service est calculée en utilisant les coefficients de sécurité sur la charge limite d'élasticité ou la charge de rupture, propres à la norme applicable.

Tirants permanents - Le principe de tous les tirants permanents est de créer une barrière étanche entre les torons et le terrain à l'aide d'une gaine, et de la remplir de coulis de ciment. Le ciment a ainsi la double fonction de transmettre les efforts du câble à la gaine puis au scellement, et de protéger les torons contre la corrosion en longueur scellée.

Tirants A2



Détails

Voir la fiche technique

Longueur libre

Torons graissés gainés individuellement contenus dans une gaine plastique annelée.

Longueur scellée

Torons nus avec écarteurs, tube de remplissage dans la gaine annelée.

Pieds de tirant

Torons assemblés par cerclage.
Pied renforcé en option.



Tirants B2



Détails

Voir la fiche technique

Longueur libre

Torons graissés gainés individuellement contenus dans un tube métallique.

Longueur scellée

Torons nus avec écarteurs contenus dans un tube métallique.

Pieds de tirant

Torons assemblés par cerclage.
Pied renforcé en option.



Autres types

Tirants double gainage

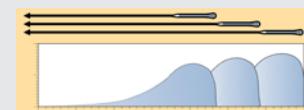
Consulter Freyssinet

Tirants isolés électriquement

Consulter Freyssinet

Tirants SBMA2

Consulter Freyssinet



Création de plusieurs zones d'ancrage distinctes sur un même tirant

Solutions de reprises d'angle

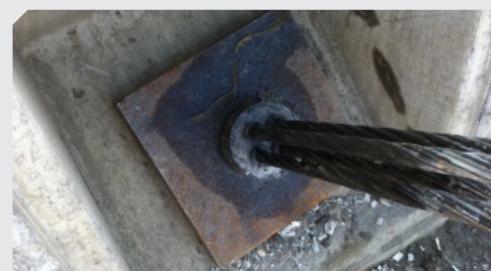
Chaise d'appui

Adaptée à l'inclinaison du tirant, elle est positionnée entre la structure et la plaque d'appui.



Réservation

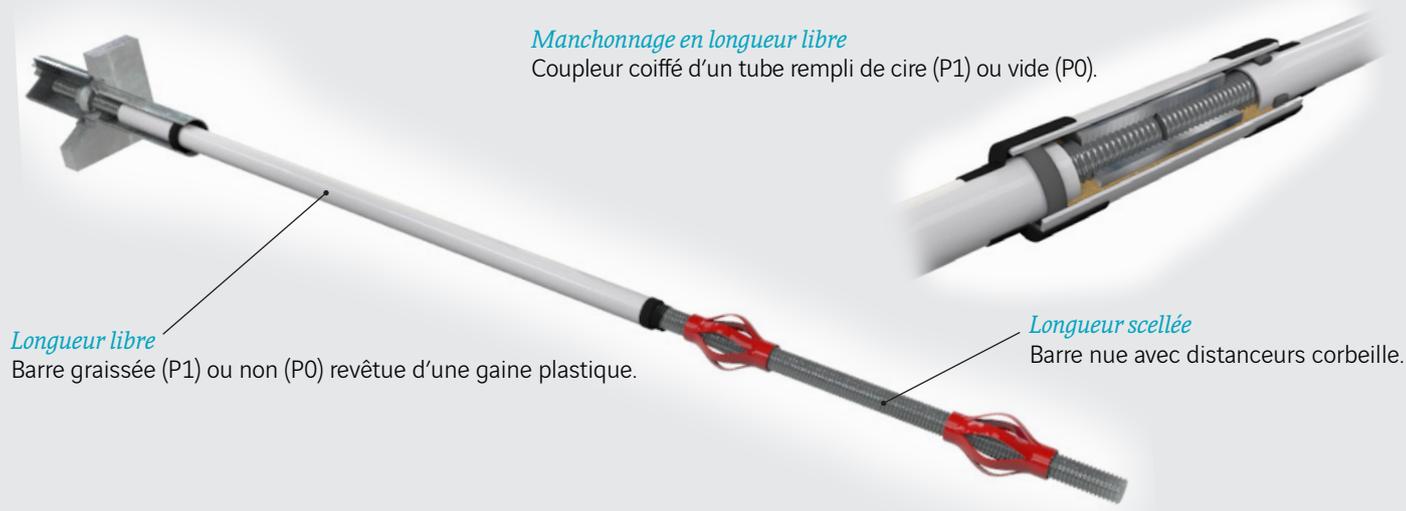
La réservation doit être prévue avant le bétonnage de la paroi.



TIRANTS FREYSSIBAR

Tirants temporaires et semi-permanents - Les 2 types de tirants se distinguent par la présence ou non de graisse sur la barre. Ces tirants ont l'avantage d'être très simples à mettre en œuvre.

Corps du tirant



Montage du système d'injection



Coupe du tirant en longueur libre avec un tube d'injection

Dans tous les cas, le système d'injection du coulis de scellement est monté à côté du tirant. Tout les types de tubes d'injection sont utilisables.



Coupe du tirant en longueur scellée avec un tube d'injection

Têtes d'ancrage



Tête temporaire P0

Elle est composée d'une plaque d'appui brute, d'un bloc. Elle ne comporte aucune protection particulière.



Tête semi-permanente P1

Elle est composée d'une plaque d'appui brute et d'un écrou. Un capot de protection rempli de graisse et un joint derrière la plaque assurent une protection semi-permanente.



Tête permanente P2 standard

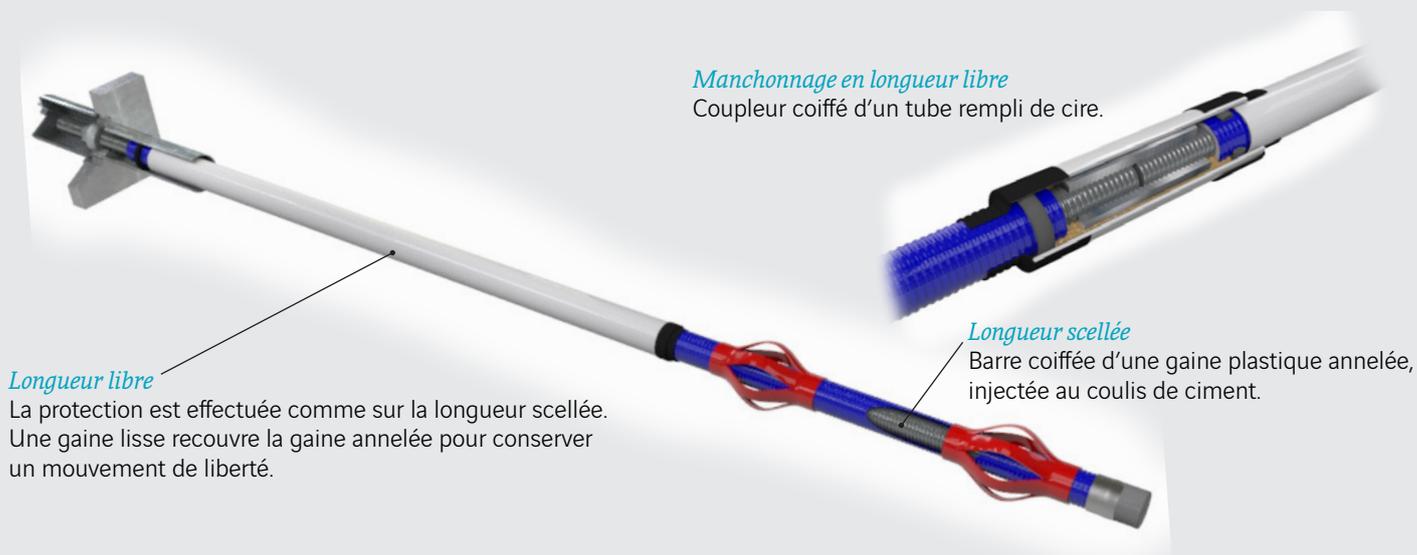
Elle est composée d'une plaque d'appui peinte et d'un écrou. Un capot de protection et un tube trompette derrière la plaque remplis de cire, assurent une protection permanente.

Tête permanente P2R retensionnable

Elle a les mêmes composants que la tête standard, à l'exception du capot qui est plus haut, pour accepter une surlongueur de barre derrière l'écrou. Dans le temps, il est possible de monter un vérin afin d'effectuer un pesage ou une reprise de tension.

Tirants permanents - Très facile à installer, le tirant Freyssibar permanent offre une protection anticorrosion de grande fiabilité, car celle-ci est réalisée en usine. Elle consiste en un coulis de ciment enrobant complètement la barre, injecté dans une gaine plastique annelée.

Corps du tirant



Montage du système d'injection



Coupe du tirant en longueur libre avec un tube d'injection

Dans tous les cas, le système d'injection du coulis de scellement est monté à côté du tirant. Tout les types de tubes d'injection sont utilisables.



Coupe du tirant en longueur scellée avec un tube d'injection

Solutions de reprises d'angle

Chaise d'appui

Adaptée à l'inclinaison du tirant, elle est positionnée entre la structure et la plaque d'appui.

Réservation

La réservation doit être prévue avant le bétonnage de la paroi.

Unité	Classe d'acier MPa	Section nominale mm ²	Masse kg/m	Limite élastique kN	Limite de rupture kN
26,5	835 / 1 030	552	4,56	461	568
32		804	6,66	672	828
36		1 018	8,45	850	1 048
40		1 257	10,41	1 049	1 295
50		1 964	16,02	1 640	2 022

Gamme Freyssibar

SYSTÈMES FREYSSI500-E, FREYSSI670-E

3 types de barres

D'usage similaire, les barres proposées par Freyssinet varient en fonction de la classe d'acier et du lieu de production.

Il convient de nous consulter afin de définir la gamme la plus adaptée à votre projet.

Freysi500-E		Diamètre nominal	Classe	Masse	Section	Limite élastique	Limite de rupture
		mm					
Pas à gauche		16	St 500/550 (classe 75)	1,58	201	101	111
		20		2,47	314	157	173
		25		3,85	491	246	270
		28		4,83	616	308	339
		32		6,31	804	402	442
		40		9,87	1 257	629	691
		50	15,40	1 963	982	1 078	
		63,5	St 550/700 (classe 80)	24,86	3 167	1 758	2 217

Freysi670-E		Diamètre nominal	Classe	Masse	Section	Limite élastique	Limite de rupture
		mm					
Pas à droite		22	St 670/800 (classe 97)	2,94	375	251	300
		25		3,85	491	329	393
		28		4,83	616	413	493
		30		5,55	707	474	566
		35		7,55	962	645	770
		43		11,40	1 452	973	1 162
		57,5		20,38	2 597	1 740	2 078
		63,5		24,86	3 167	2 122	2 534

Freysi500		Diamètre nominal	Classe	Masse	Section	Limite élastique	Limite de rupture
		mm					
Pas à droite		15	St 500/550 (classe 75)	1,47	177	88	97
		20		2,47	314	157	173
		25		4,10	491	245	270
		28		4,83	616	308	339
		32		6,65	804	402	442
		36		8,41	1 018	509	560
		40		10,34	1 257	628	691
		50		16,28	1 963	982	1 080
		63,5	St 550/700 (classe 80)	26,20	3 167	1 742	2 217

Avantages

Toutes ces barres offrent les avantages suivants :

- Robustesse
- Filetage continu auto-nettoyant
- Soudable
- Cintrable (accepte les défauts d'installation)

Accessoires

Accessoires vissables

Pour chaque type de barres, il existe une gamme d'accessoires vissables :



- Écrou droit



- Écrou sphérique



- Coupleur



- Pied d'ancrage



- Contre-écrou

Accessoires plastique

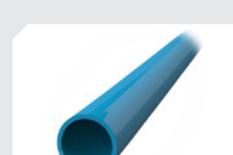
Pour chaque type de barres, il existe une gamme d'accessoires plastique :



- Distanceurs corbeille



- Tubes d'injection



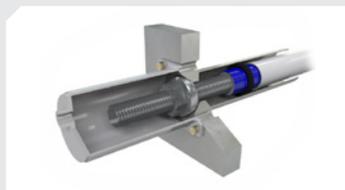
- Gaines

ET FREYSSI500

Les assemblages

Les accessoires permettent de réaliser des assemblages adaptés à de nombreuses applications.

Tête d'ancrage



Tête pour tirant permanent



Tête pour clou et boulon

Elle est composée d'un écrou et d'une plaque. Elle peut cependant être équipée d'un capot de protection ou d'un tube trompette pour assurer une protection anticorrosion.

Ancrage noyé



Ancrage traction/compression avec platine



Ancrage traction/compression avec pied d'ancrage

L'ancrage noyé permet de réaliser une liaison simple et efficace avec une structure en béton (radier, massif d'ancrage). Il est composé d'une plaque, d'un écrou et d'un contre-écrou ou d'une pièce d'ancrage.

Manchonnage



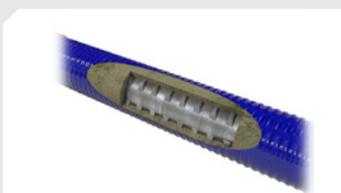
Manchonnage avec contre-écrou

Le manchonnage est réalisé avec un coupleur. Dans certains cas, des contre-écrous sont utilisés pour bloquer le coupleur sur la barre ou pour réduire le glissement du filetage lors de la mise en contrainte de l'armature.

Gainages



Gaine lisse pour longueur libre



Double protection anti-corrosion

Les systèmes Freyssi500, Freyssi500-E et Freyssi670-E sont utilisés pour réaliser des tirants d'ancrage ; les barres sont revêtues d'une gaine lisse ou d'une gaine annelée injectée au coulis de ciment. Le principe de gainage est le même que pour les tirants Freyssibar temporaires ou permanents (voir pages 10 & 11).



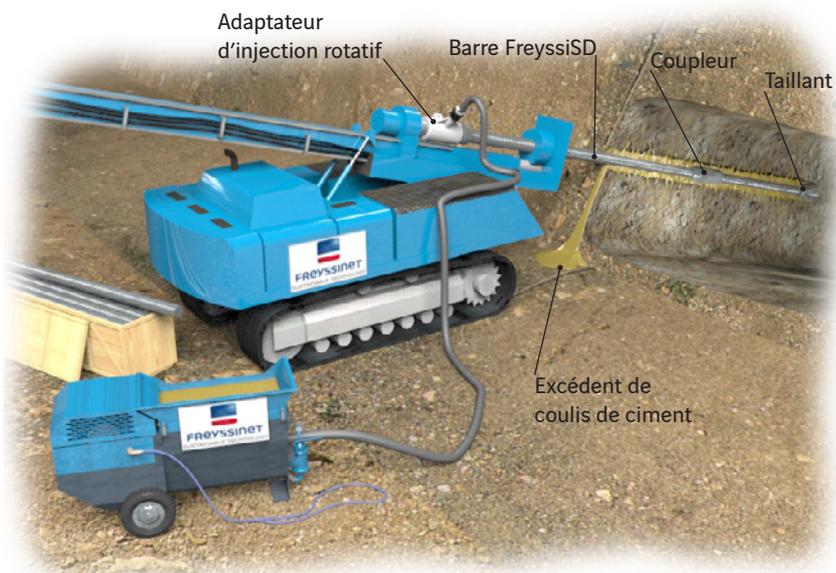
Préparation des clous Freyssi500 - Martinique, France

SYSTÈME FREYSSISD

Principe

Le système est utilisé pour la réalisation d'ancrages en sols meubles ou instables. Le forage, la mise en place de l'armature et l'injection sont réalisés en une seule opération, évitant la réalisation d'un forage tubé délicat.

Un taillant perdu est vissé sur la première barre. Celle-ci est alors directement raccordée à l'emmanchement de la foreuse (par l'intermédiaire d'un touret d'injection si nécessaire). Le forage débute avec une injection simultanée par le trou central de la barre. Le taillant étant percé, le coulis de ciment se diffuse dans le sol au fur et à mesure de l'avancement. Lorsque la première barre est complètement introduite dans le sol, l'injection est arrêtée, ainsi que le forage, et la barre est dévissée de l'emmanchement de la foreuse. La deuxième barre peut alors être manchonnée à la première et à la machine, et l'opération peut recommencer.



Injection simultanée au forage

Composants



Filetage R	Filetage T
R25 N	T76 L
R32 N	T76 N
R32 S	T76 S
R38 N	
R51 L	
R51 N	

Barres creuses filetées toutes longueurs

Les barres creuses ont un filetage extérieur continu ayant un profil R (filetage corde) ou un filetage T (trapézoïdal).



Coupleurs

Les barres sont assemblées entre elles par des coupleurs. Un système de butée spécialement étudié, permet de garantir un bon positionnement du coupleur sur les barres à manchonner.



Écrus et plaques

Les plaques et les écrous permettent de réaliser la tête d'ancrage. Il existe des écrous droits ou sphériques, ayant chacun des plaques adaptées.



Taillants

Une large gamme de taillants est disponible afin de répondre à toutes les conditions de sol, pour différents diamètres de forage. Il convient de se rapprocher des spécialistes Freyssinet afin de choisir le ou les taillants les mieux adaptés.



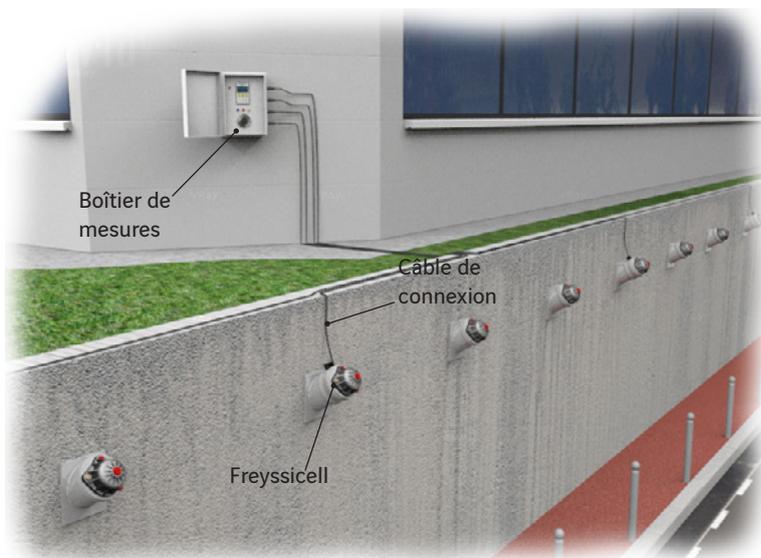
Outils d'adaptation à la foreuse

Toutes les pièces de raccordement à la foreuse sont disponibles (tourets d'injection, manchons,...). Elles comportent le filetage de l'ancrage d'un côté et celui de l'emmanchement de la foreuse de l'autre.

SYSTÈME FREYSSICELL

Principe

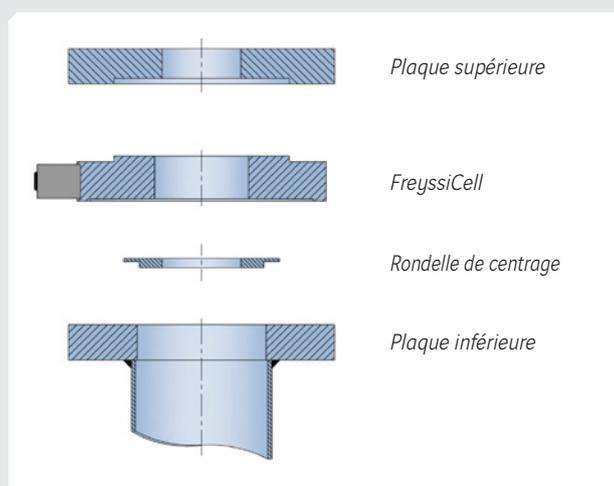
Les cellules dynamométriques FreyssiCell ont été développées pour l'instrumentation des tirants d'ancrages et des ancrages de précontrainte. Elles mesurent l'effort présent dans l'armature en cours de chantier et pendant toute la durée de vie de l'ouvrage. Le système FreyssiCell comprend un boîtier de lecture centralisé, permettant la surveillance de tous les tirants instrumentés d'un ouvrage à partir d'un seul poste. D'autres systèmes d'acquisition des données peuvent être connectés aux cellules sur demande.



Connexion des composants

Montage

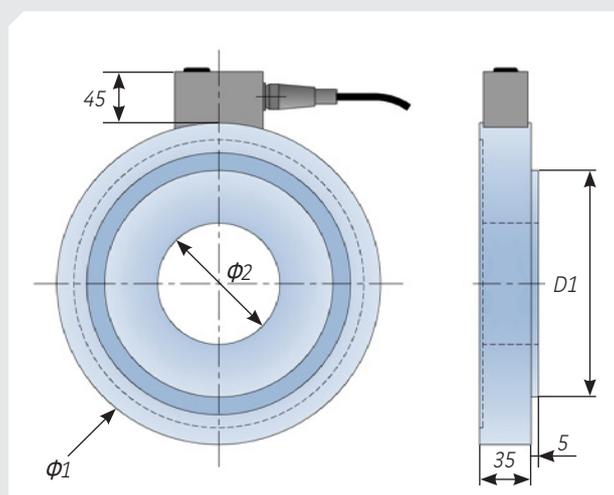
La cellule est interposée entre la plaque d'ancrage et la surface d'appui. Pour ce faire, des plaques de répartition de l'effort spécialement adaptées sont utilisées. Une rondelle de centrage garantit le bon alignement de toutes les pièces.



Gamme

La gamme standard permet de couvrir toutes les armatures (câble ou barre). Des modèles spécifiques peuvent être étudiés sur demande.

Modèle	Effort nominal kN	Φ1 mm	Φ2 mm	D1 mm	Plage d'utilisation	
					Câble	Freyssibar
FreyssiCell500	500	155	82	95	1 à 3C15	26,5
FreyssiCell750	750	155	82	95	2 à 3C15	32
FreyssiCell1000	1000	155	82	95	2 à 4C15	36
FreyssiCell1700	1700	220	100	155	5 à 7C15	40 - 50
FreyssiCell2200	2200	260	144	190	8 à 9C15	
FreyssiCell2700	2700	300	144	230	10 à 13C15	
FreyssiCell3100	3100	340	160	230	10 à 13C15	



SYSTÈMES D'INJECTION

Le choix du mode d'injection est primordial puisqu'il conditionne la résistance de l'ancrage au terrain, et donc sa tenue. Il est déterminé par le bureau d'étude de sol.

Types de sols	Augmentation de la capacité IRS/IGU
Sables et graves	1,3 - 1,8
Marnes et calcaire	1,9 - 2,0
Argiles	2,6 - 3,2
Limons	2,1 - 2,6
Roche tendre	~ 1,3

Ce tableau donne, à titre indicatif, une idée de l'augmentation de la résistance du scellement entre une injection IRS et une injection IGU

Modes d'injection

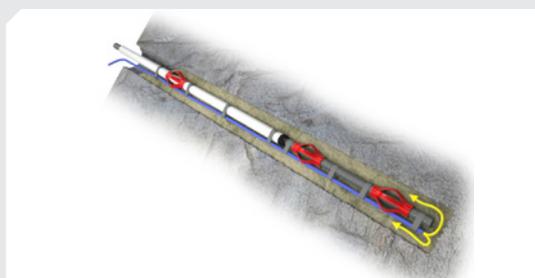
Le principal critère qui caractérise l'injection est la maîtrise de la zone d'injection du coulis de scellement.

Le coulis de ciment est formulé et acheté par l'entreprise utilisatrice.

On distingue 3 modes d'injection :

- Injection gravitaire
- Réinjection globale (IGU)
- Réinjection sélective (IRS)

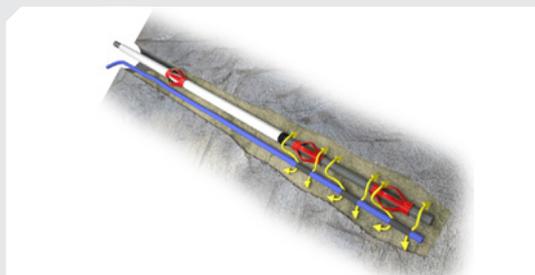
Injection gravitaire



Cette méthode consiste à remplir le trou de forage au coulis de ciment par le fond. Un tube de remplissage est installé le long de l'ancrage. Une fois l'ancrage introduit dans le forage, le coulis de ciment est injecté par le tube, jusqu'à résurgence. Dans certains cas, il n'y a pas de tube d'injection, et le trou de forage est rempli de coulis de ciment avant l'introduction de l'ancrage. La pression d'injection correspond à la pression nécessaire à remonter la colonne de coulis.

Cette méthode simple et efficace offre des résistances d'ancrage acceptables dans la roche et les sables compacts, mais est souvent insuffisante dans les sols lâches et les argiles. Lorsque le sol est fracturé, l'ancrage peut être équipé d'une chaussette géotextile pour éviter les pertes de coulis.

Réinjection globale (IGU)

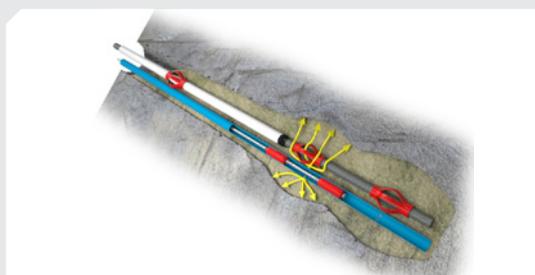


L'objectif est d'injecter le coulis de ciment dans la zone d'ancrage à une pression supérieure à l'injection gravitaire. L'ancrage est équipé d'un tube de réinjection, comportant des manchettes, et obturé au fond. Tout d'abord, on procède à une injection gravitaire. Lorsque le coulis commence à faire prise (10 à 24 heures après l'injection gravitaire), une nouvelle injection est réalisée par le tube de réinjection. La pression de coulis permet de « claquer » le coulis de ciment injecté en première phase, et de monter en pression dans la zone souhaitée. Le tube de réinjection comporte au minimum une manchette par mètre.

La pression du coulis en fin d'injection est généralement comprise entre 10 bars et la moitié de la pression limite du terrain.

Cette méthode est très efficace pour les tirants d'ancrages scellés dans des sables ou des sols compacts et pour les ancrages passifs dans tout type de sol. Dans certains cas, elle est utilisée dans la roche fracturée, pour éventuellement, réinjecter les zones ayant subi des pertes de coulis.

Réinjection sélective (IRS)



Cette méthode permet de contrôler parfaitement le volume et la pression d'injection dans chaque zone du scellement.

Un tube à manchettes permettant d'introduire un obturateur double est installé le long du tirant. Après une première phase d'injection gravitaire, une réinjection est effectuée à l'aide de l'obturateur double introduit dans le tube. L'injection peut donc être contrôlée précisément au droit de chaque manchette.

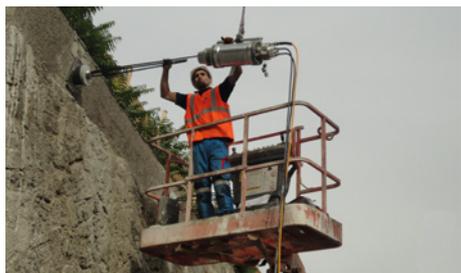
La pression en fin d'injection est généralement supérieure à la pression limite du terrain, et ne peut dépasser 40 bars.

SERVICES ASSOCIÉS

Prestations sur chantier

Des équipes de techniciens spécialisés peuvent intervenir sur chantier pour effectuer toutes les opérations liées à la mise en service des ancrages, en fonction de la norme applicable. Elles sont tout particulièrement formées à la maîtrise des paliers de fluage et de toutes les autres opérations spécifiques.

	Tirants d'ancrages câble et barre	Micropieux	Clous et boulons
Essais de conformité	X	X	X
Essais de contrôle	X	X	X
Mise en tension	X		
Mise en œuvre de la protection des têtes	X		
Conseil et expertise	X	X	X
Essais en compression		X	
Essais à vitesse contrôlée			X
Essais à déplacement contrôlé			X



Mise en tension, tirants câbles, Rosa Parks OA9, Paris



Essai de micropieu, Tour Méliá, La Défense



Essai de clou, Tour Méliá, La Défense

Matériel

Du matériel spécialement étudié pour la mise en œuvre des tirants d'ancrage est disponible. Il permet une installation fiable et sécurisée des systèmes Freyssinet.

Dérouleur



Dérouleur de tirants câble

Le dérouleur est indispensable pour l'installation de tirants d'ancrage câble. Il préserve les tirants des salissures, des blessures éventuelles des gaines, et améliore les cadences de mise en œuvre.

Portiques



Portiques pour stockage et transport

Les portiques permettent de transporter et stocker les tirants câble enroulés en sécurité et à l'abri des salissures.

Vérins pour essais et mises en tension



Vérin de mise en tension

Que ce soit pour les barres ou les câbles, les vérins sont spécialement conçus pour les systèmes Freyssinet, barres ou câbles. Ils sont donc indissociables du système d'ancrage utilisé.

QUELQUES RÉFÉRENCES



Tirants démontable SBMA - Réaménagement du centre médical Caritas Phase II - Hong Kong



Micropieux Freyssibar - Hôtel Saint Régis - Argentine



Mise en tension de tirants câble - Centre de Convention International à Madrid - Espagne



Préparation d'un tirant Freyssibar permanent - Ambassade du Canada à Rabat - Maroc



Clous Freyssis500 - Morne Calebasse - France



Tirants câble permanents - Gare de Rosa Parks - France



Ancrages autoforants, Pont Batopilas - Mexique



Tirants câble temporaires - Métro de Bangalore - Inde

Fiches techniques Freyssinet



Toutes les fiches techniques sont disponibles chez Freyssinet.

FABRICATION ET QUALITÉ

Agréments

Tous les composants sensibles (mors, blocs, écrous et coupleurs Freyssibar et acier précontraint) sont couverts par un agrément technique portant un marquage CE. Cet agrément a été délivré à l'issue de nombreux tests et essais, gages de qualité de nos produits.



Production et contrôle

Au même titre que tous les produits conçus et fabriqués par Freyssinet, les composants et les produits finis font l'objet d'un contrôle strict, basé sur les normes internationales les plus sévères. C'est au sein de sa filiale industrielle FPC (Freyssinet Products Company) basée en France, que Freyssinet assure la maîtrise de la production et de la qualité.



Contrôle tridimensionnel d'un bloc fileté



Production de tirants barre permanents

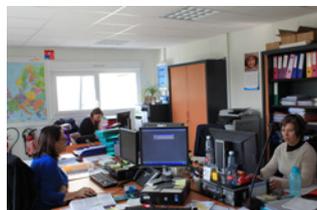


Fabrication des mors

Logistique

Le développement et la fabrication centralisée des composants garantissent une parfaite maîtrise des produits. La diversité des sites de préfabrication et d'assemblage, assure la réactivité nécessaire au bon déroulement des chantiers. Un conditionnement adapté est choisi en fonction du mode de transport et de la destination des produits.

Les transports par route, voie maritime ou aérien peuvent être gérés par Freyssinet, afin de servir au mieux les chantiers du monde entier.



Centre logistique



Stock FreyssisD

Traçabilité

Toutes les parties sensibles (armatures, ancrages, protection anticorrosion) des ancrages font l'objet d'une traçabilité complète.





Plus de 60 implantations à travers le monde

AMÉRIQUES . Argentine . Brésil . Canada . Chili . Colombie . États-Unis . Mexique . Panama . Pérou . Venezuela . EUROPE . Belgique . Bulgarie . Espagne . Estonie . France . Hongrie . Irlande . Lettonie . Lituanie . Macédoine . Pays-Bas . Pologne . Portugal . Roumanie . Royaume-Uni . République Tchèque . Russie . Serbie . Slovénie . Suisse . Turquie . AFRIQUE ET MOYEN ORIENT . Abu Dhabi . Afrique du Sud . Algérie . Arabie Saoudite . Dubaï . Égypte . Jordanie . Koweït . Maroc . Oman . Qatar . Sharja . Tunisie . ASIE . Corée du Sud . Hong Kong . Inde . Indonésie . Japon . Macau . Malaisie . Pakistan . Philippines . Singapour . Thaïlande . Vietnam . OCÉANIE . Australie . Nouvelle Zélande



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

www.freyssinet.com