

Agrément Technique Suisse STA - 01/005 (Edition 19.03.2012)

(version originale en allemand)

Nom commercial

Trade name

Système de précontrainte

Stahlton-BBRV avec adhérence

*Stahlton – BBRV Bonded Post-tensioning
Wire System*

Détenteur de l'ATS

Holder of approval

Stahlton AG

Riesbachstrasse 57

CH-8034 Zürich

Type générique et utilisation prévue
du produit de construction

*Generic type and use
of construction product*

**Système de précontrainte pour
ouvrages avec câbles internes
formés de fils d'acier et adhérence
ultérieure par coulis**

*Post-tensioning kit for prestressing of
structures with internal, bonded tendons
consisting of wires*

Durée de validité du
Validity *from*

 au

 to

10.07.2009

09.07.2014 (*durée: 5 ans*)

Producteur du procédé
Manufacturing plant

Stahlton AG

Werk 2

Hauptstrasse 11

CH-5070 Frick

Cet Agrément Technique Suisse
(STA) contient

*This Swiss Technical Approval (STA)
contains*

**9 pages ainsi que l'annexe 1 (30
pages) et l'annexe 2 (6 pages)**

*9 pages including annex 1 (30 pages) and
annex 2 (6 pages)*

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	2
I. BASES JURIDIQUES ET CONDITIONS GENERALES	3
II. CONDITIONS PARTICULIERES DE L'AGREMENT TECHNIQUE.....	4
1 Description du système et usages prévus	4
1.1 Description du système.....	4
1.2 Usages prévus.....	5
2 Caractéristiques du système et méthode de vérification	5
2.1 Caractéristiques du système.....	5
2.2 Méthode de vérification.....	5
2.3 Substances dangereuses	6
3 Évaluation de conformité et identification	6
3.1 Système de l'évaluation de conformité.....	6
3.2 Compétence	6
3.2.1 Obligations du fabricant (contrôle de production interne à l'usine)	6
3.2.2 Obligations de l'institut d'évaluation de conformité (surveillance externe)	7
3.3 Identification	7
4 Conditions assurant l'aptitude à l'usage du système	8
4.1 Fabrication	8
4.2 Projet et construction	8
4.2.1 Généralités	8
4.2.2 Documentation technique du système de précontraintes	8
4.3 Dispositions pour l'exécution	8
4.3.1 Généralités	8
4.3.2 Entreprise adéquate	8
4.3.3 Indications pour l'exécution.....	9
5 Obligations du titulaire de l'agrément (fabricant)	9
5.1 Généralités	9
5.2 Identification	9
5.3 Indications pour l'exécution.....	9

Annexe 1: Documentation technique

Annexe 2: Indications pour l'exécution

I. BASES JURIDIQUES ET CONDITIONS GENERALES

1. Cet Agrément technique suisse est accordé par l'Institut d'homologation de l'Empa (nommé par la suite Institut d'homologation) selon:
 - Bases légales:
 - Loi fédérale du 8 octobre 1999 sur les produits de construction (LPCo) (AS 2000 3104/SR 933.0)
 - Ordonnance sur les produits de construction (OPCo, RS 933.01) du 27 novembre 2000 (AS 2001 100/SR 933.01)
 - Accord intercantonal sur l'élimination des entraves techniques au commerce (AIETC) du 23 octobre 1998 (AS 2003 270 et AS 2004 2765/SR 946.513);
 - Accord entre la Confédération suisse et la Communauté européenne relatif à la reconnaissance mutuelle en matière d'évaluation de la conformité (avec annexes et acte final) (Mutual Recognition Agreement, MRA, AS 2002 1803/SR 0.946.526.81) du 21 juin 1999.
 - Bases techniques:
 - Norme SIA 260:2003 Bases pour l'élaboration des structures porteuses
 - Norme SIA 261:2003 Actions sur les structures porteuses
 - Norme SIA 262:2003 Constructions en béton
 - Norme SIA 262/1:2003 Constructions en béton - Dispositions complémentaires
 - Directive de l'Office fédéral des routes et des CFF - Dispositions pour garantir la durabilité des câbles de précontrainte dans les ouvrages d'art (Edition 2007)
 - EOTA ETAG 013 .Guideline for European Technical Approval of Post-tensioning Kits for Prestressing of Structures (Edition June 2002)
 - CWA 14646, CEN Workshop Agreement "Requirements for the installation of post-tensioning kits for prestressing of structures and qualification of the specialist company and its personnel" (January 2003)
 - Guide pour l'Agrément technique de systèmes de précontrainte (Institut d'homologation de l'Empa et groupe d'experts des systèmes de précontrainte, 2ème version du 15 août 2008).
2. L'Institut d'homologation accorde un agrément technique pour des produits de construction si l'aptitude d'usage du produit quant au respect des principales exigences demandées des ouvrages où le produit doit être utilisé a été constatée. Il est autorisé à vérifier ultérieurement si les dispositions de cet Agrément technique sont remplies. Ce contrôle ultérieur peut avoir lieu sur le site de l'usine du fabricant. Le titulaire de l'Agrément technique reste cependant responsable de la conformité à l'Agrément technique des produits et de leur aptitude d'usage pour le but d'utilisation prévu.
3. Cet Agrément technique ne peut pas être transféré à d'autres fabricants ou représentants de fabricant que celui mentionné en page 1 ou à d'autres usines de fabrication que celle définie en page 1.
4. Cet Agrément technique s'applique pendant la période indiquée en page 1. Il peut être prolongé plusieurs fois sur demande écrite.
5. Cet Agrément technique est accordé par l'Institut d'homologation dans une langue officielle. Des traductions dans d'autres langues seront signalées comme telles par l'Institut d'homologation.

6. Cet Agrément technique doit - aussi en cas de transmission électronique - être reproduit dans son entier. Avec l'approbation écrite de l'Institut d'homologation, une reproduction partielle peut cependant se faire. Une reproduction partielle doit être signalée comme telle. Les textes et les dessins dans des brochures publicitaires ne doivent ni être en contradiction avec l'Agrément technique ni l'utiliser abusivement.
7. L'Institut d'homologation peut révoquer l'Agrément technique selon l'article 11 alinéa 2 de l'ordonnance sur les produits de construction (OPCo, RS 933.01) du 27 novembre 2000.
8. Pour terminer, nous retenons expressément que cet Agrément technique ne contient aucune obligation juridique ni reprise de responsabilité de la part de l'Institut d'homologation. A cet égard, les dispositions légales sont applicables.

II. CONDITIONS PARTICULIERES DE L'AGREMENT TECHNIQUE

1 Description du système et usages prévus

1.1 Description du système

L'Agrément technique s'applique au système de précontrainte Stahlton-BBRV composé de fils de précontrainte en acier, de gaines, d'ancrages et de coupleurs. Il est mis en tension au moyen de vérins hydrauliques puis bloqués et enfin remplis d'un coulis à base de ciment.

Sont homologués des câbles intérieurs avec adhérence des catégories a, b, et c avec des fils de précontrainte en acier Y1670C-7.0 (diamètre nominal 7 mm), composés des composants de système suivants:

Câbles

- câbles de 8 à 139 fils Ø 7 mm pour les catégories a et b
- câbles de 14 à 102 fils Ø 7 mm pour la catégorie c
- câbles plats de 22 à 42 fils Ø 7 mm pour les catégories a et b
- câbles plats de 18 fils Ø 7 mm pour la catégorie c

Ancrages et coupleurs pour les catégories a et b

- ancrages mobiles type A, B, C et M
- ancrages fixes type F et S
- ancrages spéciaux type D et Rapid
- coupleurs fixes type KA, KB, KC et KM
- coupleurs mobiles type VB et VC

Ancrages et coupleurs pour la catégorie c

- ancrages mobiles type A,isol ; B,isol ; C,isol et M,isol
- ancrages fixe type F,isol
- coupleurs fixes type KA,isol ; KB,isol ; KC,isol ; KM,isol

Gaines

- gaines métalliques type Stahlton-Drossbach ou équivalentes selon norme EN 523:2003 (Câbles catégorie a)
- gaines en matière synthétique type PT-PLUS (Câbles catégorie b et c)

Coulis

- coulis Stahlton à base de ciment selon EN 447:2007.

Autres composants du système

- tête refoulée BBRV type IDEA, tête refoulée intermédiaire
- spirales
- capots de protection
- tuyaux d'injection et événements avec fermetures

1.2 Usages prévus

Le système de mise en tension est destiné à la précontrainte d'ouvrages porteurs en béton. Il convient à la précontrainte avec adhérence ultérieure pour les câbles intérieurs des catégories a, b, et c.

La précontrainte est le plus fréquemment utilisé dans les ouvrages suivants:

Ponts (superstructure de pont)

Bâtiments (dalles, fondations, cadres)

Réservoirs et silos (parois, dalle de sol, plafond, toit)

Ouvrages offshore

Plates-formes flottantes

Conduites forcées et tuyaux de grand diamètre (câbles annulaires)

Les exigences de cet Agrément reposent sur l'hypothèse d'une durée prévue d'utilisation de 100 ans du système de précontrainte. Les indications sur la durée d'utilisation ne peuvent pas être interprétées comme garantie du fabricant, mais elles servent à choisir les composants du système et les matériaux adéquats en vue de la durée d'utilisation économiquement appropriée prévue pour l'ouvrage.

2 Caractéristiques du système et méthode de vérification

2.1 Caractéristiques du système

Le système de précontrainte est décrit dans la documentation technique du système de précontrainte Stahlton-BBRV dans l'annexe 1. On ne doit utiliser que des câbles, des composants du système et des accessoires qui correspondent aux indications de la documentation technique dans l'annexe 1 et les normes SIA 262:2003 et SIA 262/1:2003.

2.2 Méthode de vérification

L'évaluation de l'aptitude d'usage (sécurité porteuse, aptitude d'utilisation et durabilité) du système de précontrainte pour le but d'utilisation prévu a été effectuée en accord avec EOTA ETAG 013 "Guideline for European Technical Approval of Post-tensioning Kits for Prestressing of Structures" (Edition June 2002) conformément aux dispositions de la Procédure de preuve pour câbles intérieurs avec coulis d'adhérence ultérieure. Les compléments dans le "Guide pour l'agrément technique de systèmes de précontrainte" s'appliquent également.

L'Agrément technique pour le système de précontrainte Stahlton-BBRV a été accordé sur la base des documents remis, qui sont déposés auprès de l'Institut d'homologation. Des modifications dans la fabrication ou l'exécution du système de précontrainte qui ont pour conséquence que les documents déposés ne s'appliquent plus doivent être communiquées à l'Institut d'homologation en temps utile, avant la réalisation des modifications. L'Institut d'homologation évalue si ces

modifications influencent l'Agrément technique et par suite sa validité et juge si une nouvelle appréciation ou modification de l'Agrément technique est nécessaire.

2.3 Substances dangereuses

Le dégagement de substances dangereuses est déterminé selon ETAG 013, point 5.3.1. La méthode de précontrainte répond aux dispositions de la directive H¹⁾ sur les substances dangereuses.

Une déclaration a été remise par le fabricant à cet égard.

En complément aux paragraphes spécifiques de cet Agrément technique suisse sur les substances dangereuses, il peut exister d'autres exigences applicables pour le produit, s'il tombe sous leur domaine d'application (par ex. droit européen et national et prescriptions légales et des autorités). Afin de satisfaire aux prescriptions de la directive sur les produits de construction, ces exigences doivent aussi être respectées, si et où elles existent.

3 Évaluation de conformité et identification

3.1 Système de l'évaluation de conformité

L'évaluation de conformité se fait selon le système 1+²⁾. Celui-ci comprend les tâches **suivantes**:

- a) Obligations du fabricant (surveillance interne):
 - (1) Contrôle de production interne à l'usine,
 - (2) Essai supplémentaire des éprouvettes prélevées à l'usine par le fabricant selon le plan d'essai prescrit³⁾

- b) Obligations de l'institut d'évaluation de conformité (surveillance externe):
 - (3) Essai de type initial du produit
 - (4) Inspection initiale de l'usine et du contrôle de production interne à l'usine
 - (5) Surveillance périodique, évaluation et approbation du contrôle de production interne à l'usine selon le plan de contrôle prescrit³⁾
 - (6) Essais de contrôle selon le plan de contrôle

Pour la conservation de l'Agrément, une surveillance périodique extérieure est nécessaire. Celle-ci est régie par un contrat et effectuée par un organe d'évaluation de conformité. La surveillance et les essais de contrôle doivent avoir lieu au moins une fois par année sur la base du plan de contrôle.

3.2 Compétence

3.2.1 Obligations du fabricant (contrôle de production interne à l'usine)

Le fabricant a établi un contrôle permanent de production interne à l'usine et effectue des contrôles réguliers. Toutes les exigences et prescriptions formulées par le fabricant sont retenues systématiquement sous la forme écrite d'instructions d'exploitation et de procédés. Le contrôle de production interne à l'usine assure que le produit concorde en permanence avec cet Agrément technique.

Les particularités concernant l'étendue, le genre et la fréquence des essais et contrôles à effectuer dans le cadre du contrôle de production interne à l'usine doivent correspondre au plan d'essai prescrit, qui fait partie intégrante de cet Agrément technique. Le fabricant ne doit utiliser que des

matériaux avec attestation d'essai correspondant au plan d'essai prescrit. Il doit contrôler les matériaux à leur réception (certificats, attestations d'usine) et les tester le cas échéant. Les particularités concernant l'étendue, le genre et la fréquence des essais et contrôles à effectuer sur les composants fabriqués du système sont indiqués dans le plan d'essai prescrit.

Les composants du système achetés à des tiers (fils d'acier, clavettes, têtes d'ancrage, etc.) doivent répondre aux exigences du titulaire de l'Agrément, respectivement correspondre aux normes et également être soumises à une surveillance extérieure.

Les résultats du contrôle de production interne à l'usine doivent être enregistrés et évalués. Les enregistrements doivent contenir au moins les indications suivantes:

- Désignation du composant du système, respectivement des matériaux premiers
- Genre de contrôle ou d'essai
- Date de fabrication et de l'essai du composant du système
- Résultats des contrôles et essais
- Signature du responsable du contrôle de production interne à l'usine.

Les enregistrements doivent être conservés au moins pendant 10 ans et présentés à l'organe d'évaluation de conformité à l'occasion de la surveillance externe annuelle.

Si les résultats d'essais sont insuffisants, le fabricant doit entreprendre immédiatement les mesures nécessaires pour éliminer le défaut. Après élimination du défaut, l'essai correspondant doit être répété immédiatement. Les composants du système qui ne répondent pas aux exigences doivent être retirés.

Les éléments de base du plan d'essai correspondent à ETAG 013, Annexe E.1 et ils font partie du plan QM pour le système de précontrainte.

3.2.2 Obligations de l'institut d'évaluation de conformité (surveillance externe)

Après l'inspection initiale de l'usine, l'institut d'évaluation de conformité effectue au moins une fois par année une surveillance de l'usine de fabrication. Il doit s'assurer que le contrôle de production interne à l'usine et la fabrication des composants du système correspondent au plan d'essai prescrit. Il entreprend en outre les essais de contrôle selon le plan de contrôle. Les résultats seront documentés chaque fois dans un rapport d'essai.

Les résultats de la surveillance extérieure doivent être conservés pendant 10 ans au moins et présentés sur demande à l'Institut d'homologation.

Si les dispositions de l'Agrément technique et du plan d'essai prescrit ne sont plus satisfaites, l'Institut d'homologation doit être avisé immédiatement.

3.3 Identification

Les composants du système seront identifiés sur les documents de livraison avec les indications suivantes:

- Nom ou logo du fabricant et de l'usine de fabrication
- Désignation de l'organe d'évaluation de conformité correspondant
- Identification du composant du système (désignation commerciale),
- Numéro de l'Agrément technique et fin de la durée de validité.

1) Directive H: Une proposition harmonisée sur les substances dangereuses selon la directive sur les produits de construction, Rév. septembre 2002

2) Voir site web de la commission fédérale des produits de construction (<http://www.bbl.admin.ch/baupk>: Tableau pour évaluation de conformité)

3) Le plan d'essai prescrit et le plan de contrôle sont déposés auprès de l'Institut d'homologation et ils ne sont remis qu'aux organes impliqués par la procédure d'évaluation de conformité.

4 Conditions assurant l'aptitude à l'usage du système

4.1 Fabrication

Les composants du système de précontrainte Stahlton-BBRV seront fabriqués conformément aux dispositions de l'Agrément technique par des procédés décrits dans les documents techniques remis (dessins d'usine). Lors de l'inspection initiale de l'usine de fabrication par l'organe d'évaluation de conformité, la concordance sera vérifiée. Ces documents sont déposés auprès de l'Institut d'homologation.

4.2 Projet et construction

4.2.1 Généralités

Pour le projet et la construction d'ouvrages porteurs en béton précontraint avec le système de précontrainte Stahlton-BBRV, on applique les dispositions correspondantes des normes SIA 260:2003, 261:2003, 261/1:2003, SIA 262:2003 et SIA 262/1:2003.

4.2.2 Documentation technique du système de précontrainte

Selon la norme SIA 262:2003, chiffre 3.4.1.4, la documentation technique du système de précontrainte doit contenir toutes les indications nécessaires au projet et à la construction. En font partie entre autres:

- Genre et caractéristiques de l'acier de précontrainte
- Tableaux de forces de précontrainte et types de câble
- Genre et dimensions d'ancrages, coupleurs et gaines
- Disposition et construction des supports de câble
- Distances minimales des ancrages admissibles entre axes et aux bords en fonction de la résistance du béton
- Exigences pour le tracé des câbles (rayons de courbure minimaux admissibles et longueurs droites minimales)
- Coefficients de frottement
- Mesures de protection contre la corrosion
- Composants du système et matériaux.

La documentation technique du système de précontrainte Stahlton-BBRV est contenue dans l'annexe 1 de cet Agrément technique.

4.3 Dispositions pour l'exécution

4.3.1 Généralités

On applique pour l'exécution du système de précontrainte les dispositions correspondantes de la norme SIA 262:2003.

4.3.2 Entreprise adéquate

Les travaux sur le système de précontrainte (montage, mise en tension, injection, etc.) ne doivent être exécutés que par des entreprises dont le personnel dispose des connaissances professionnelles nécessaires et de l'expérience avec ce système et qui remplissent les exigences selon CWA 14646. Le responsable de l'exécution doit posséder une attestation du titulaire de l'Agrément indiquant qu'il a été instruit par ce dernier et qu'il dispose des connaissances professionnelles nécessaires.

4.3.3 Indications pour l'exécution

Les indications pour l'exécution du système de précontrainte sont contenues dans l'annexe 2. En font entre autres partie:

- Transport et stockage
- Montage des câbles
- Mise en tension
- Remplissage et injection
- Travaux d'achèvement.

Les câbles sont soit fabriqués en usine et amenés sur le chantier, soit fabriqués sur le chantier par assemblage des composants du système.

Lors de travaux de soudage et d'autres travaux dangereux (par ex. avec disque à tronçonner) au voisinage des câbles, il faut s'assurer que tant les fils d'acier que les gaines et les pièces d'ancrages et de coupleurs soient suffisamment protégés.

5 Obligations du titulaire de l'agrément (fabricant)

5.1 Généralités

Il est de l'obligation du titulaire de l'Agrément de s'assurer que toutes les indications pour le projet, la construction et l'exécution d'un ouvrage avec le système de précontrainte Stahlton-BBRV soient transmises aux personnes concernées. Cela peut se réaliser en transmettant cet Agrément technique, y compris les annexes 1 et 2.

5.2 Identification

Chaque livraison des composants du système mentionnés sous le chiffre 1.1 doit être accompagnée d'un bulletin de livraison où il est indiqué pour quels types de câbles sont destinées les composants et où sont mentionnées les indications définies sous le chiffre 3.3.

5.3 Indications pour l'exécution

Les instructions d'exécution du titulaire de l'Agrément doivent être observées, voir ETAG 013, annexe D.3.

Pour l'Institut d'homologation de l'Empa
Le Directeur

Dr Georg Spescha

Système de précontrainte Stahlton-BBRV

avec adhérence

Catégories a, b, c

Annexe 1: Documentation technique

Table des matières	Page
1. Genre et caractéristiques de l'acier de précontrainte	2
2. Construction et application des câbles	2
2.1. Câbles et ancrages des catégories a et b	3
2.2. Câbles et ancrages de catégorie c	4
3. Genres et dimensions des gaines utilisées	5
3.1. Gainés métalliques (catégorie a).....	5
3.2. Gainés plastiques (catégories b et c).....	6
3.3. Mesures spéciales pour les câbles de la catégorie c	7
4. Supports de câble.....	7
5. Distances au bord et entre axes.....	8
5.1. Distances des câbles	8
5.2. Distances des ancrages.....	8
5.3. Résistance nécessaire du béton lors de la mise en tension ...	9
6. Pertes par frottement.....	10
7. Protection contre la corrosion	10
8. Composants du système et matériaux	11
8.1. Composants de base	11
8.2. Matériaux.....	11
9. Fiches techniques	11

1. Genre et caractéristiques de l'acier de précontrainte

On utilise pour les câbles du système de précontrainte Stahlton-BBRV l'acier écroui suivant:



fil d'acier rond étiré à froid \varnothing 7 mm avec surface lisse

désignation: **Y1670C-7.0**

diamètre nominal	\varnothing	7 mm
section	A_p	38.5 mm ²
résistance à la traction	f_{pk}	1670 N/mm ²
limite d'écoulement	$f_{p0.1k}$	1440 N/mm ²

La base de l'ancrage est formée par la tête mâtée BBRV. Elle est formée à froid sur les aciers à haute résistance et ancrée jusqu'à la charge complète de rupture statique.

En plus de la résistance, le fil d'acier présente les autres caractéristiques importantes suivantes:

Module d'élasticité (valeur nominale)	E_p	205 kN/mm ²
Allongement sous charge maximale (valeur minimale)	A_{gt}	3.5 %
Résistance à la fatigue (2 millions de cycles de charge, contrainte supérieure $0.7 \cdot f_{pk}$)	$\Delta\sigma_{p,fat}$	200 N/mm ²
Relaxation (après 1000 heures, contrainte initiale $0.7 \cdot f_{pk}$)	$\Delta\sigma_{p,max}$	2.5 %

2. Construction et application des câbles

Le système de précontrainte à fils Stahlton-BBRV convient à chaque genre de construction en béton ou composite qui est capable de supporter les forces de précontrainte et de garantir la protection contre la corrosion des câbles.



Les câbles sont formés du nombre nécessaire de fils de \varnothing 7 mm.

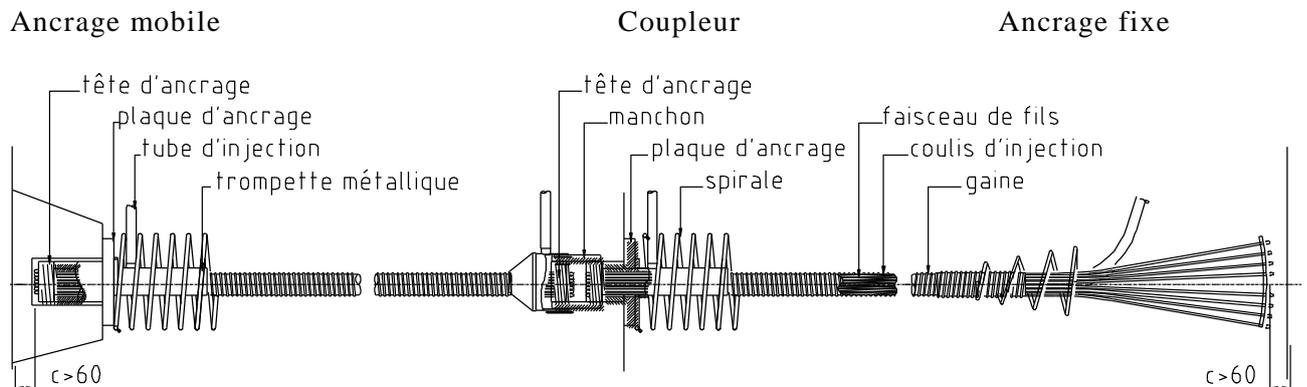
Les fils sont coupés de même longueur, enfilés dans la tête d'ancrage et ancrés au moyen de têtes mâtées.

Dans les ancrages fixes, la tête d'ancrage s'appuie directement sur la plaque d'ancrage.

Dans les ancrages mobiles, la tête d'ancrage est tirée vers l'extérieur lors de la mise en tension et appuyée sur la plaque d'ancrage quand la force prescrite est atteinte.

Selon l'usage défini et les conditions sur place, on dispose de plusieurs tailles gammes pour l'exécution d'ancrages.

2.1. Câbles et ancrages des catégories a et b



Selon le genre de la gaine, les câbles sont subdivisés en:

Catégorie a: Câbles avec gaine métallique

Catégorie b: Câbles avec gaine en matière synthétique

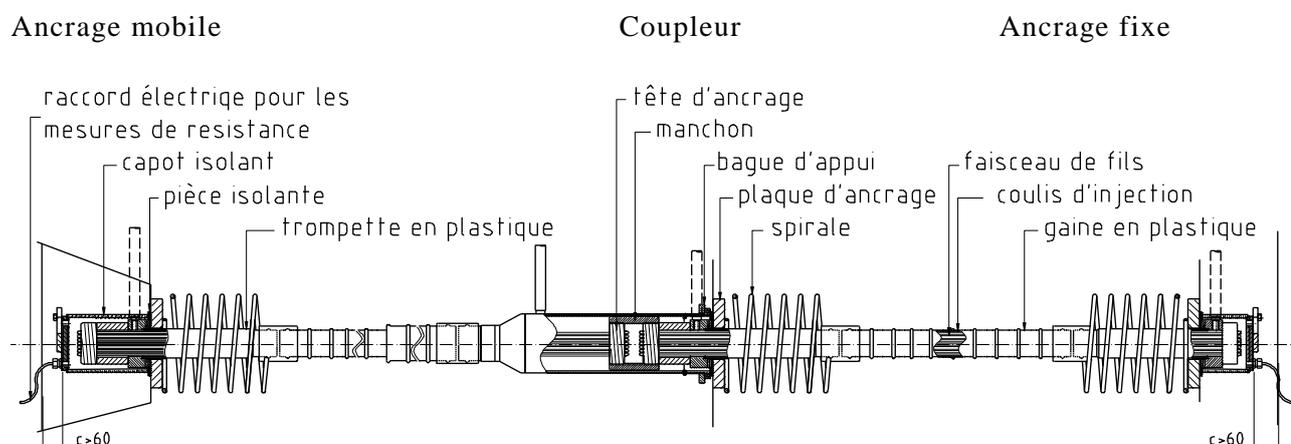
La disposition des ancrages est identique pour les catégories a et b.

Câble type	Nom- bre de fils ø 7 mm	Force de précon- trainte 0.70 F _{pk} Y1670 kN	Ancrage			Coupleur	
			Type mobile	Type fixe	Type spécial	Type fixe	Type mobile
360	8	360	A , B , C	F , S	D	KA , KB , KC	VB
630	14	630	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1000	22	990	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1400	31	1'395	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1900	42	1'890	A , M , C	F , S	D , Rapid	KA , KM , KC	VC
2350	52	2'339	A , M , C	F , S	D , Rapid	KA , KM , KC	VC
3700	82	3'689	A , M , C	F , S	D	KA , KM , KC	VC
4600	102	4'589	A , M , C	F , S	D	KA , KM , KC	VC
6250	139	6'253	A	F , S	D	-	-
Câbles plats							
1000-FL	22	990	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1900-FL	42	1'890	A , C	F , S	D , Rapid	KA , KM , KC	VC

Légende:

- A Ancrage mobile à plaque avec coque d'appui
- B, C, M Ancrage mobile à plaque avec filetage et écrou d'appui
- F Ancrage fixe à plaque
- S Ancrage fixe à écartement
- D Ancrage traversant avec filetage et écrou pour câbles enfilés (fixe ou mobile)
- Rapid Ancrages pour précontrainte précoce pour résistances de béton $\geq 22.5 \text{ N/mm}^2$
- K Coupleur fixe
- V Coupleur mobile

2.2. Câbles et ancrages de catégorie c



Les câbles de la catégorie c répondent aux exigences selon la directive OFROU 12010 "Dispositions pour garantir la durabilité des câbles de précontrainte dans les ouvrages d'art".

Ils sont séparés de l'ouvrage par une gaine de protection étanche, isolante électrique, et ils peuvent être surveillés au moyen de mesures d'impédance.

Câble type	Nom- bre de fils ø 7 mm	Force de précon- trainte 0.70 F _{pk} kN	Ancrage		Coupleur
			Type mobile	Type fixe	Type fixe
630	14	630	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol
1000	22	990	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol
1400	31	1'395	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol
1900	42	1'890	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
2350	52	2'339	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
3700	82	3'689	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
4600	102	4'589	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
Câbles plats					
810-FL	18	810	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol

Légende :

A,isol	Ancrage mobile à plaque avec coque d'appui
B,isol	Ancrage mobile à plaque avec filetage et écrou d'appui
C,isol	Ancrage mobile à plaque avec manchon de traction et écrou d'appui
M,isol	Ancrage mobile à plaque avec tête intermédiaire et écrou d'appui
F,isol	Ancrage fixe à plaque
K,isol	Coupleur fixe

3. Genres et dimensions des gaines utilisées

3.1. Gainés métalliques (catégorie a)

Les gainés métalliques des systèmes d'ancrage Stahlton de catégorie a sont fabriquées en général en bandes d'acier de 36 mm de large.

L'épaisseur de tôle de la gaine dépend du diamètre de la gaine et de l'utilisation prévue et elle varie entre 0.24 et 0.40 mm.

Les segments de tubes ronds sont reliés au moyen de manchons vissés.

La liaison entre les segments de gaine plate est assurée par des manchons coulissants, de même que la liaison avec la trompette.

3.1.1. Gainés métalliques ronds

Type de gaine	Dimensions		Utilisation Type de câble
	ø i	ø a	
30 / 36	30	36	360
39 / 45	39	45	630
51 / 57	51	57	1000
54 / 60	54	60	1400
66 / 72	66	72	1900
75 / 81	75	81	2350
84 / 90	84	90	3700
93 / 99	93	99	4600
115 / 121	115	121	6250

Légende :

toutes les cotes en mm
ø i diamètre intérieur
ø a diamètre extérieur

3.1.2. Gainés métalliques plates

Type de gaine	Dimensions		Utilisation Type de câble
	hi / ha	bi / ba	
80/21-FL	21 / 26	80 / 85	1000-FL
110/28-FL	28 / 32	110 / 114	1900-FL

Légende :

toutes les cotes en mm
hi / ha hauteur intérieure / extérieure
bi / ba largeur intérieure / extérieure

3.2. Gains plastiques (catégories b et c)

On utilise comme gains plastiques des câbles Stahlton des catégorie b et c en général le système homologué et sous surveillance externe de gaine plastique PT-PLUS.

Les segments de gaine sont pour autant que possible soudés à la longueur nécessaire dans l'usine de Stahlton SA.

Les liaisons avec les ancrages et les raccords d'injection se font au moyen de manchons en deux parties propres au système.

3.2.1. Gains plastiques rondes PT-PLUS

Type de gaine	Dimensions				Capacité C_1 ¹⁾ nF/m	Utilisation Type de câble
	$\varnothing i$	$\varnothing a$	$\varnothing r$	t		
PT-PLUS 59	58	63	73	2.5	< 2.35	630 , 1000 , 1400
PT-PLUS 76	76	81	91	2.5	< 3.05	1900 , 2350
PT-PLUS 100	100	106	116	3.0	< 3.35	3700 , 4600
PT-PLUS 130	130	136	146	3.0	< 4.30	6250

Légende:

OFROU 12010)
 toutes les cotes en mm
 $\varnothing i$ diamètre intérieur
 $\varnothing a$ diamètre extérieur
 $\varnothing r$ diamètre de nervure
 t épaisseur de paroi
 longueurs)

Valeurs indicatives C (selon

- 1) Capacité linéique $C_1 = C/l_p$
- 2) Facteur de pertes $D \approx 0.20$
 (valable pour tous les diamètres et longueurs)

3.2.2. Gains plastiques plates PT-PLUS

Type de gaine	Dimensions			Utilisation Type de câble
	h_i / h_a	b_i / b_a	t	
PT-PLUS 72 / 21	72 / 76	21 / 25	2.0	810-FL (18 \varnothing 7)

Légende:

toutes les cotes en mm
 h_i / h_a hauteur intérieure / extérieure
 b_i / b_a largeur intérieure / extérieure
 t épaisseur de paroi

3.2.3. Choix du genre de plastique

On utilise en général des tubes noirs en polypropylène (PP).

Pour la pose à de basses températures en hiver, on emploie aussi des tubes bleu en polyéthylène (HDPE).

S'il faut dérouler des câbles confectionnés en PP à des températures inférieures à 0°C, il faut d'abord les réchauffer à env. +10°C avant de les dérouler.

Fabrication des câbles	en usine	sur le chantier
Saison		
Début printemps à fin automne	PT-PLUS PP (noir)	PT-PLUS PP (noir)
Hiver avec températures moyennes < 5°C	PT-PLUS HDPE (bleu)	PT-PLUS PP (noir)

3.3. Mesures spéciales pour les câbles de la catégorie c

Pour les câbles de la catégorie c, on utilise en plus des gaines plastiques aussi des trompettes en plastique et les raccords avec les manchons à thermo-rétractables doivent être étanchés soigneusement. En outre, les têtes d'ancrage sont séparées avec une couche intermédiaire isolante électriquement de la plaque d'ancrage et de l'armature. Un capot de protection en plastique complète l'isolation électrique du béton armé de l'ouvrage.

On raccorde aux ancrages des câbles de précontrainte des câbles de mesure afin de pouvoir vérifier ainsi l'état des câbles aussi après l'achèvement de l'ouvrage.

D'autres indications sur le projet, l'exécution et l'exploitation d'ouvrages avec des câbles de la catégorie c sont données dans la directive OFROU 12010.

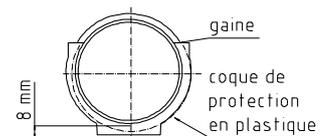
4. Supports de câble

Les supports de câble doivent être suffisamment rigides et bien renforcés, afin qu'ils ne se déforment ou ne se déplacent pas lors de la pose des câbles et du bétonnage.

Le diamètre des barres porteuses sera adapté au poids des câbles et à la hauteur des supports de câble. Les gaines posées vides seront assurées contre la poussée ascensionnelle.

Pour les gaines plastiques, il faut placer dans le voisinage de rayons de courbure serrés ($R < 2 * R_{min}$) des coques de protection conformes au système entre la gaine et le support de câble, afin d'empêcher des enfoncements locaux de la gaine et des dommages consécutifs lors de la mise en tension.

L'épaisseur de matière de la coque de protection de $h = 8$ mm doit être prise en compte dans la hauteur des supports de câble.



La distance des supports de câble doit être limitée afin de garantir les tolérances dimensionnelles selon la norme SIA 262, annexe A.3.7 et les pertes par frottement selon le chap. 6.

Pour les câbles à fils, les valeurs suivantes ne doivent pas être dépassées:

Type de câble	Distance des supports de câble		Diamètre des barres porteuses
	Zone normale ($R \gg R_{min}$)	Zone d'appui ($R \sim R_{min}$)	
Câbles à fils	360 - 1000	≈ 1.00 m	≤ 0.50 m
	1400		≤ 0.60 m
	1900 - 2350		≤ 0.75 m
	3700 - 4600		≤ 0.95 m
	6250		≤ 1.20 m
	≈ 1.20 m		$\geq 16 - 20$ mm

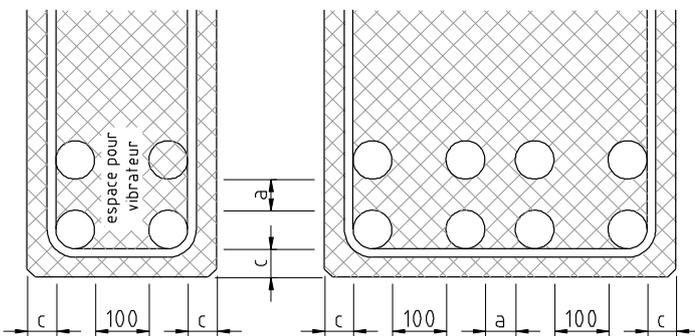
5. Distances au bord et entre axes

5.1. Distances des câbles

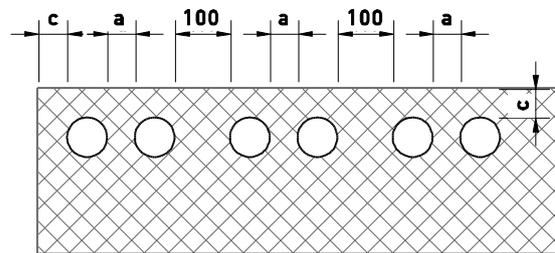
Pour garantir un ouvrage durable, on applique les consignes de la norme SIA 262, chap. 5, pour autant que le maître de l'ouvrage n'a pas défini d'exigences plus poussées:

- recouvrement de béton c > 30 – 60 mm, selon la classe d'exposition
- > granulométrie max
- > ½ diamètre de gaine
- distance intermédiaire a > granulométrie max

dans des poutres



dans des dalles

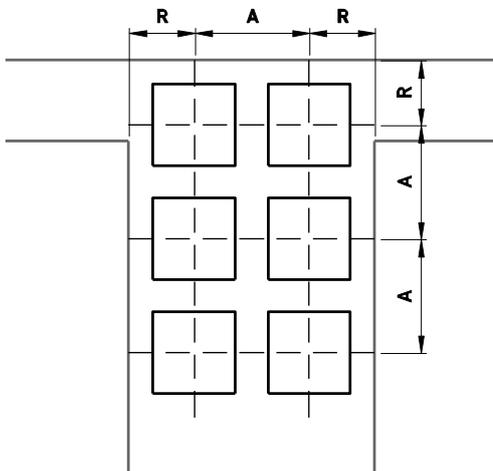


5.2. Distances des ancrages

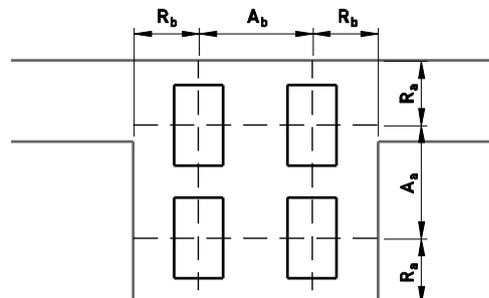
Les distances minimales au bord et entre axes des ancrages des câbles dépendent de la force de précontrainte et de la résistance du béton.

Les distances entre axes données ci-après pour les câbles à fils peuvent être réduites de 15% dans une direction, mais cependant pas à une valeur inférieure au diamètre de la spirale. Il y a alors lieu d'agrandir du même pourcentage les distances entre axes dans la direction perpendiculaire.

Plaques d'ancrage carrées



Plaques d'ancrage rectangulaires



Béton C30/37	Type de câble								
	360	630	1000	1400	1900	2350	3700	4600	6250
Ancrage à plaque Type A,B,C,D,F,M									
Entraxe A	160	200	250	290	340	380	480	530	600
Ancrage à écartement Type Sq carré									
Entraxe A	-	-	240	280	330	370	-	-	-
Type Sr rectangulaire									
Dimension a	140	220	300	360	420	500	500	500	700
b	120	140	160	180	200	200	300	400	400
Entraxe Aa	170	250	320	390	460	550	580	580	800
Ab	150	170	180	210	240	250	380	470	500
Distance au bord R, Ra, Rb	R = A/2 + recouvrement de béton nécessaire c								

Légende: toutes les cotes en mm c = recouvrement de béton

Béton C25/30	Type de câble								
	360	630	1000	1400	1900	2350	3700	4600	6250
Ancrage à plaque Type A,B,C,D,F,M									
Entraxe A	160	200	260	310	360	400	500	560	650
Ancrage à écartement Type Sq carré									
Entraxe min. A	-	-	260	310	360	400	-	-	-
Type Sr rectangulaire									
Dimension a	140	220	300	360	420	500	500	500	700
b	120	140	160	180	200	200	300	400	400
Entraxe Aa	180	270	350	420	500	590	630	630	860
Ab	160	180	200	230	260	270	410	510	550
Distance au bord R, Ra, Rb	R = A/2 + recouvrement de béton nécessaire c								

Légende: toutes les cotes en mm c = recouvrement de béton

5.3. Résistance nécessaire du béton lors de la mise en tension

A l'atteinte de la résistance à l'écrasement d'un cube de $f_{ck,cube} = 30 \text{ N/mm}^2$ les câbles peuvent être tendus à 100 %, pour autant que les distance indiquées précédemment et les règles de construction de l'armature aient été respectées.

Les ancrages avec double spirale (type "Rapid") peuvent déjà être pleinement précontraints pour des résistances inférieures (voir fiche technique page 22).

6. Pertes par frottement

Sur la base d'un grand nombre de mesures effectuées sur des ouvrages réalisés, les valeurs ci-dessous peuvent être appliquées pour les câbles à fils Stahlton-BBRV:

Coefficients de frottement		Coefficients de frottement μ		Déviation non-intentionnelle $\Delta\varphi$	
Qualité de gaine		Valeur nominale	Dispersion	Valeur nominale	Dispersion
Gaine métallique	Cat. a	0.16	0.14 – 0.18	0.005	0.004 – 0.008
Gaine plastique	Cat b/c	0.08	0.06 – 0.12	0.005	0.004 – 0.010

Légende:

μ Coefficient de frottement au glissement selon Coulomb
 $\Delta\varphi$ (rad/m) Déviation angulaire non-intentionnelle par unité de longueur
 φ_x (rad) Somme des angles de déviation en radians jusqu'à l'endroit x ($\sum\varphi_i$)

Formule: $P_x = P_0 \cdot e^{-\mu(\varphi + \Delta\varphi \cdot x)}$ avec: P_0 Force de précontrainte au début du câble
 P_x Force de précontrainte à l'endroit x

L'influence du frottement de l'ancrage et du vérin de mise en tension est prise en compte par l'entreprise qui effectue la mise en tension.

7. Protection contre la corrosion

La protection définitive contre la corrosion des câbles avec adhérence se fait par l'injection d'un remplissage de ciment et par les propriétés alcalines du béton environnant de l'ouvrage. On applique les normes SN EN 445:2007 et 447:2007 ainsi que les préfaces et annexes nationales de 2008.

Les câbles à fils Stahlton-BBRV sont en général assemblés en usine et livrés sur la chantier peu avant leur montage. Les câbles enroulés sur bobines devront être protégés par des bâches contre les influences des intempéries.

En particulier pendant l'hiver, les ancrages doivent être couverts en plus et les ouvertures d'injection obturées pour éviter la pénétration d'eau et des dégâts de gel.

La durée maximale entre la pose des composants de câbles et l'exécution de l'injection est réglée dans la norme SIA 262, Art. 6.3 (6 semaines en cas de fabrication sur le chantier, respectivement 12 semaines en cas de fabrication en usine).

Si le programme de construction prévoit des délais plus longs, les précautions doivent être convenues pour la protection temporaire contre la corrosion lors de la commande des câbles.

Stahlton SA prévoit dans ce cas l'utilisation de fils protégés temporairement, qui sont déjà traités en usine par une huile de protection autorisée contre la corrosion.

Les produits recommandés par l'EMPA sont: antirouille 310, NOX-RUST X-703-D et ARC FLUID TK. [Bibliographie: Forschungsbericht UVEK Nr. 614 "TEKplus" Octobre 2007]

8. Composants du système et matériaux

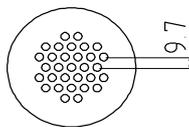
Les composants du système des ancrages sont dimensionnés et homologués pour une résistance à la fatigue de $\Delta\sigma_{fat} \geq 80 \text{ N/mm}^2$ (2 millions de cycles de charge, pour une contrainte supérieure $0.65 \cdot f_{tk}$).

Les dimensions déterminantes des composants du système des diverses gammes et tailles d'ancrage se trouvent dans les fiches techniques suivantes.

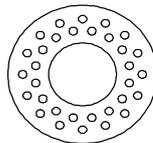
8.1. Composants de base

Ancrages typiques avec disposition des fils à l'exemple du type 1400 kN (31 ϕ 7 mm).

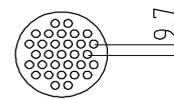
Tête d'ancrage type A/F



Tête d'ancrage type B



Corps de base type C/D/M



8.2. Matériaux

Composant du système	Désignation de matériau	Norme
Acier de précontrainte	Y1670C-7.0	prEN 10138-1/-2
Tête d'ancrage, corps de base	déposé à l'institut d'homologation	
Ecrou d'appui	déposé à l'institut d'homologation	
Manchons de coupleur	déposé à l'institut d'homologation	
Coque et bague d'appui	L355 / E355	EN 10224 / EN 10297-1
Plaque d'ancrage	S235 JRG2	EN 10025-2
Plaque d'ancrage S	E335	EN 10025-2
Spirale	B500B / S235 JRG2	SIA262 / EN 10025-2
Trompette cat. a et b	S235 JRG2 / DC01, DC04	EN 10025-2 / EN10130
Trompette cat. c	HDPE	DIN 8074/8075 DIN EN ISO 15494
Bague d'appui	L355 / E355	EN 10224 / EN 10297-1
Plaque isolante	Plaque de tissu durci	DIN 7735/40606

9. Fiches techniques

Des indications détaillées sur les diverses tailles de câble et les types d'ancrage se trouvent dans les fiches techniques suivantes.

- **Sections et forces de précontrainte** Pages 12 à 13
- **Gaines et rayons minimaux** Pages 14 à 15
- **Ancrages des catégories a et b** Pages 16 à 25
- **Ancrages de catégorie c** Pages 26 à 30

Forces de mise en tension pour fil Ø 7 mm

(valable pour tous les ancrages et toutes les catégories (a,b,c))

Type de câble	Nombre de fils Ø 7 mm	Poids G kg/m	Section A _p mm ²	Force de rupture F _{pk} (fpk = 1670 N/mm ²) kN	Valeur de dimensionnement	Force max. de mise en tension P _{max}	
					F _{pRd} (fpd = 1250 N/mm ²) kN	Force de surtension 0.75 F _{pk} kN	Force de détente 0.70 F _{pk} kN
Câble normal							
630	9	2.72	346	578	433	434	405
	10	3.02	385	643	481	482	450
	11	3.33	423	707	529	530	495
	12	3.63	462	771	577	578	540
	13	3.93	500	835	625	627	585
	14	4.23	539	900	673	675	630
1000	15	4.54	577	964	722	723	675
	16	4.84	616	1'028	770	771	720
	17	5.14	654	1'093	818	819	765
	18	5.44	693	1'157	866	868	810
	19	5.75	731	1'221	914	916	855
	20	6.05	770	1'285	962	964	900
	21	6.35	808	1'350	1'010	1'012	945
	22	6.65	847	1'414	1'058	1'060	990
1400	23	6.96	885	1'478	1'106	1'109	1'035
	24	7.26	924	1'542	1'155	1'157	1'080
	25	7.56	962	1'607	1'203	1'205	1'125
	26	7.86	1'000	1'671	1'251	1'253	1'170
	27	8.16	1'039	1'735	1'299	1'301	1'215
	28	8.47	1'077	1'800	1'347	1'350	1'260
	29	8.77	1'116	1'864	1'395	1'398	1'305
	30	9.07	1'154	1'928	1'443	1'446	1'350
	31	9.37	1'193	1'992	1'491	1'494	1'395
	1900	32	9.68	1'231	2'057	1'539	1'542
33		9.98	1'270	2'121	1'587	1'591	1'485
34		10.28	1'308	2'185	1'636	1'639	1'530
35		10.58	1'347	2'249	1'684	1'687	1'575
36		10.89	1'385	2'314	1'732	1'735	1'620
37		11.19	1'424	2'378	1'780	1'783	1'665
38		11.49	1'462	2'442	1'828	1'832	1'710
39		11.79	1'501	2'506	1'876	1'880	1'755
40		12.10	1'539	2'571	1'924	1'928	1'800
41		12.40	1'578	2'635	1'972	1'976	1'845
42		12.70	1'616	2'699	2'020	2'024	1'890
2350		43	13.00	1'655	2'764	2'069	2'073
	44	13.31	1'693	2'828	2'117	2'121	1'979
	45	13.61	1'732	2'892	2'165	2'169	2'024
	46	13.91	1'770	2'956	2'213	2'217	2'069
	47	14.21	1'809	3'021	2'261	2'265	2'114
	48	14.52	1'847	3'085	2'309	2'314	2'159
	49	14.82	1'886	3'149	2'357	2'362	2'204
	50	15.12	1'924	3'213	2'405	2'410	2'249
	51	15.42	1'962	3'278	2'453	2'458	2'294
	52	15.72	2'001	3'342	2'501	2'506	2'339
3700	53	16.03	2'039	3'406	2'550	2'555	2'384
	54	16.33	2'078	3'471	2'598	2'603	2'429
	55	16.63	2'116	3'535	2'646	2'651	2'474
	56	16.93	2'155	3'599	2'694	2'699	2'519
	57	17.24	2'193	3'663	2'742	2'748	2'564
	58	17.54	2'232	3'728	2'790	2'796	2'609
	59	17.84	2'270	3'792	2'838	2'844	2'654
	60	18.14	2'309	3'856	2'886	2'892	2'699
	61	18.45	2'347	3'920	2'934	2'940	2'744
	62	18.75	2'386	3'985	2'983	2'989	2'789
	63	19.05	2'424	4'049	3'031	3'037	2'834

Forces de mise en tension pour fil Ø7 mm (valable pour tous les ancrages et toutes les catégories (a,b,c))

Type de câble	Nombre de fils Ø 7 mm	Poids G kg/m	Section A _p mm ²	Force de rupture F _{pk} (f _{pk} = 1670 N/mm ²) kN	Valeur de dimensionnement	Force max.de mise en tension P _{max}	
					F _{pRd} (f _{pd} = 1250 N/mm ²) kN	Force de surtension 0.75 F _{pk} kN	Force de détente 0.70 F _{pk} kN
3700	64	19.35	2'463	4'113	3'079	3'085	2'879
	65	19.66	2'501	4'177	3'127	3'133	2'924
	66	19.96	2'540	4'242	3'175	3'181	2'969
	67	20.26	2'578	4'306	3'223	3'230	3'014
	68	20.56	2'617	4'370	3'271	3'278	3'059
	69	20.87	2'655	4'435	3'319	3'326	3'104
	70	21.17	2'694	4'499	3'367	3'374	3'149
	71	21.47	2'732	4'563	3'416	3'422	3'194
	72	21.77	2'771	4'627	3'464	3'471	3'239
	73	22.08	2'809	4'692	3'512	3'519	3'284
	74	22.38	2'848	4'756	3'560	3'567	3'329
	75	22.68	2'886	4'820	3'608	3'615	3'374
	76	22.98	2'924	4'884	3'656	3'663	3'419
	77	23.28	2'963	4'949	3'704	3'712	3'464
78	23.59	3'001	5'013	3'752	3'760	3'509	
79	23.89	3'040	5'077	3'800	3'808	3'554	
80	24.19	3'078	5'142	3'848	3'856	3'599	
81	24.49	3'117	5'206	3'897	3'904	3'644	
	82	24.80	3'155	5'270	3'945	3'953	3'689
4600	83	25.10	3'194	5'334	3'993	4'001	3'734
	84	25.40	3'232	5'399	4'041	4'049	3'779
	85	25.70	3'271	5'463	4'089	4'097	3'824
	86	26.01	3'309	5'527	4'137	4'145	3'869
	87	26.31	3'348	5'591	4'185	4'194	3'914
	88	26.61	3'386	5'656	4'233	4'242	3'959
	89	26.91	3'425	5'720	4'281	4'290	4'004
	90	27.22	3'463	5'784	4'330	4'338	4'049
	91	27.52	3'502	5'848	4'378	4'386	4'094
	92	27.82	3'540	5'913	4'426	4'435	4'139
	93	28.12	3'579	5'977	4'474	4'483	4'184
	94	28.43	3'617	6'041	4'522	4'531	4'229
	95	28.73	3'656	6'106	4'570	4'579	4'274
	96	29.03	3'694	6'170	4'618	4'627	4'319
97	29.33	3'733	6'234	4'666	4'676	4'364	
98	29.64	3'771	6'298	4'714	4'724	4'409	
99	29.94	3'810	6'363	4'762	4'772	4'454	
100	30.24	3'848	6'427	4'811	4'820	4'499	
101	30.54	3'886	6'491	4'859	4'868	4'544	
	102	30.84	3'925	6'555	4'907	4'917	4'589
Câble spéciale							
360	1	0.30	38	64	48	48	45
	2	0.60	77	129	96	96	90
	3	0.91	115	193	144	145	135
	4	1.21	154	257	192	193	180
	5	1.51	192	321	241	241	225
	6	1.81	231	386	289	289	270
	7	2.12	269	450	337	337	315
	8	2.42	308	514	385	386	360
6250	103	31.15	3'963	6'620	4'955	4'965	4'634
	115	34.78	4'425	7'391	5'532	5'543	5'174
	127	38.40	4'887	8'162	6'109	6'122	5'714
	139	42.03	5'349	8'933	6'687	6'700	6'253
Câble plat							
810-FL	18	5.44	693	1'157	866	868	810
1000-FL	22	6.65	847	1'414	1'058	1'060	990
1900-FL	42	12.70	1'616	2'699	2'020	2'024	1'890

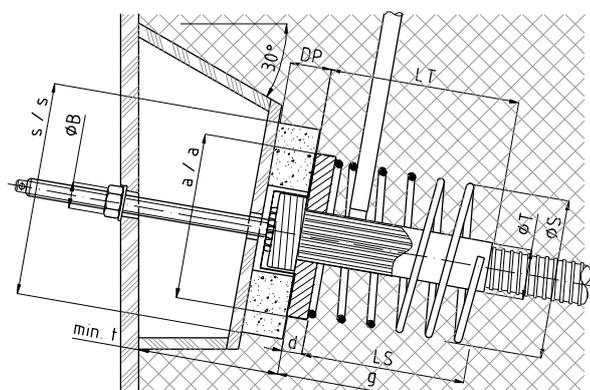
Gaines et rayons minimaux pour câbles à fils de Ø7 mm

Type de câble	Nombre de fils Ø 7mm	Force de pré-contrainte 0.70 F _{pk} kN	Gaine en tôle		Gaine en plastique		Rayon minimal mm
			Catégorie a		Catégories b et c		
			Type	Excentricité Δs mm	Type	Excentricité Δs mm	
Câble normal (gaine ronde)			Stahlto-Drossbach		PT-PLUS		
630	9	405	39/45	10	58/63	20	3'000
	10	450		9		20	
	11	495		8		19	
	12	540		7		19	
	13	585		7		18	
	14	630		6		18	
1000	15	675	51/57	13	58/63	17	3'500
	16	720		12		17	
	17	765		11		16	
	18	810		11		16	
	19	855		10		15	
	20	900		10		15	
	21	945		9		14	
	22	990		9		14	
1400	23	1035	54/60	10	58/63	13	4'000
	24	1080		10		13	
	25	1125		9		12	
	26	1170		9		12	
	27	1215		9		11	
	28	1260		8		11	
	29	1305		8		10	
	30	1350		7		10	
		31		1395			
1900	32	1440	66/72	13	76/81	20	4'500
	33	1485		13		19	
	34	1530		12		19	
	35	1575		12		18	
	36	1620		12		18	
	37	1665		11		17	
	38	1710		11		17	
	39	1755		10		16	
	40	1800		10		16	
		41		1845			
	42	1890		9		15	
2350	43	1935	75/81	14	76/81	14	5'000
	44	1979		14		14	
	45	2024		14		14	
	46	2069		13		13	
	47	2114		13		13	
	48	2159		12		13	
	49	2204		12		12	
	50	2249		11		12	
	51	2294		11		11	
		52		2339			
3700	53	2384	84/90	16	100/106	28	6'000
	54	2429		16		27	
	55	2474		16		27	
	56	2519		15		26	
	57	2564		15		26	
	58	2609		15		25	
	59	2654		15		25	
	60	2699		14		24	
	61	2744		14		24	
	62	2789		14		24	
		63		2834			

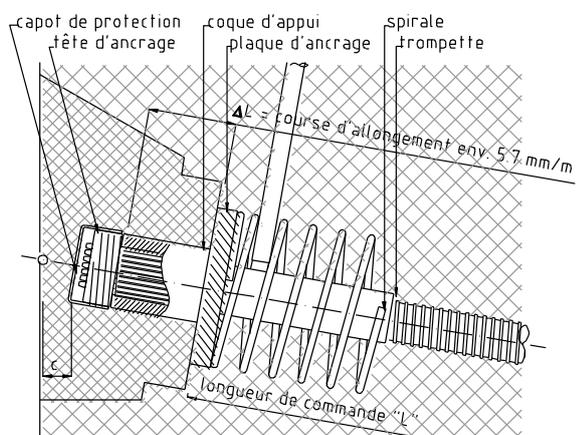
Gaines et rayons minimaux pour câbles à fils de Ø7 mm

Type de câble	Nombre de fils Ø 7mm	Force de pré-contrainte 0.70 F _{pk} kN	Gaine en tôle		Gaine en plastique		Rayon minimal mm
			Catégorie a		Catégories b et c		
			Type	Excentricité Δs mm	Type	Excentricité Δs mm	
3700	64	2879	84/90	14	100/106	23	6'000
	65	2924		13		23	
	66	2969		13		22	
	67	3014		13		22	
	68	3059		13		22	
	69	3104		13		21	
	70	3149		12		21	
	71	3194		12		21	
	72	3239		12		20	
	73	3284		12		20	
	74	3329		11		20	
	75	3374		11		20	
	76	3419		11		19	
	77	3464		11		19	
78	3509	11	19				
79	3554	10	19				
80	3599	10	18				
81	3644	10	18				
82	3689	10	18				
4600	83	3734	93/99	14	100/106	18	7'000
	84	3779		14		17	
	85	3824		14		17	
	86	3869		14		17	
	87	3914		13		17	
	88	3959		13		17	
	89	4004		13		16	
	90	4049		13		16	
	91	4094		12		16	
	92	4139		12		16	
	93	4184		12		16	
	94	4229		12		16	
	95	4274		11		15	
	96	4319		11		15	
97	4364	11	15				
98	4409	11	15				
99	4454	10	15				
100	4499	10	15				
101	4544	10	14				
102	4589	10	14				
Câble spéciale							
360	1	45	30/36		58/63		3'000
	2	90					
	3	135					
	4	180					
	5	225					
	6	270					
	7	315					
	8	360		11		20	
6250	103	4634	120/126	22	130/136	31	8'000
	115	5174		19		28	
	127	5714		18		25	
	139	6253		16		23	
Câble plat (gaine plate ovale)							vertical (horiz.)
810-FL	18	810	-	-	72/21	4	2'500 (6'000)
1000-FL	22	990	80/21-FL	3	-	-	
1900-FL	42	1890	110/28-FL	4	-	-	4'000 (8'000)

Etat au montage (Type A)



Etat final (Type A)



Dimensions

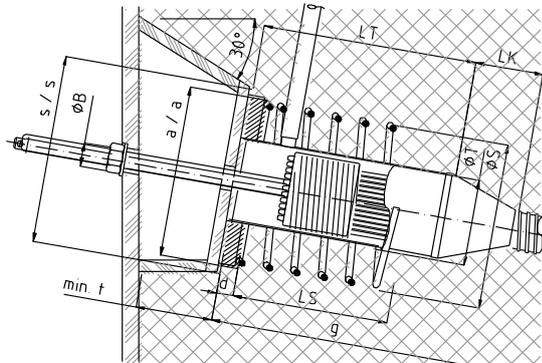
		Type A (câbles jusqu'à 35 m de longueur max.)								
		A 360	A 630	A 1000	A 1400	A 1900	A 2350	A 3700	A 4600	A 6250
Partie droite avant ancrage	g	750	900	1000	1200	1400	1700	2100	2500	2800
Plaque d'ancrage	Dimensions a/a	140	170	200	240	270	310	420	420	500
	Epaisseur de plaque d	15	20	25	30	35	45	60	65	80
Trompette	Diamètre ø T	40	50	65	76	85	95	140	165	193.7
	Longueur LT	265	295	300	355	360	445	555	675	800
Spirale	Diamètre ø S	140	180	200	260	300	325	420	440	550
	Longueur LS	175	200	240	280	320	350	390	450	540
	Diamètre de tige ø e	10	10	12	12	12	14	16	18	20
	Pas GH	50	50	50	50	50	50	50	50	60
Tête d'ancrage	Diamètre ø A	60	76	95	114	127	148	203	229	254
	Hauteur HA	25+ΔL	30+ΔL	35+ΔL	45+ΔL	50+ΔL	55+ΔL	90+ΔL	100+ΔL	120+ΔL
Capot protection	Diamètre ø H	70	86	114	127	139	159	219	244	267
	Hauteur (dès plaque) HH	50+ΔL	55+ΔL	60+ΔL	70+ΔL	75+ΔL	80+ΔL	110+ΔL	120+ΔL	150+ΔL
Montage	Surface de coffrage s/s	180	220	260	300	360	400	550	550	600
	Plaque de joint DP	50	50	60	60	70	80	30	30	140
	Perçage dans coffrage ø B	30	30	30	30	30	30	50	50	50
	Trou dans coffrage ø L	-	-	-	-	-	-	150	170	190
	Profondeur niche *) min. t	115+ΔL	115+ΔL	120+ΔL	130+ΔL	135+ΔL	140+ΔL	170+ΔL	180+ΔL	210+ΔL
	Poids de pose kg	6	9	13	21	29	45	119	155	260

Toutes les cotes en mm

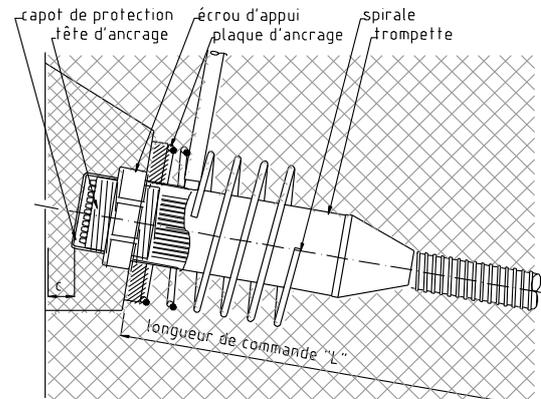
ΔL=course d'allongement env. 5.7 mm/m

*) = recouvrement de béton c = 60 mm calculé

Etat au montage (Type B)



Etat final (Type B)



Remarque: Type M analogue, mais avec 2 têtes d'ancrage et têtes refoulées intermédiaires

Dimensions

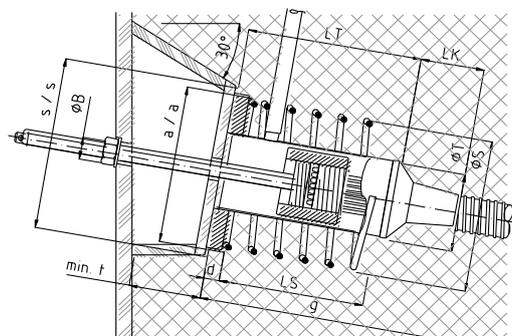
		Type B				Type M				
		B 360	B 630	B 1000	B 1400	M 1900	M 2350	M 3700	M 4600	
Partie droite avant ancrage	g	750+ΔL	900+ΔL	1000+ΔL	1200+ΔL	1300+ΔL	1500+ΔL	1900+ΔL	2300+ΔL	
Plaque d'ancrage	Dimensions	a/a	140	180	220	260	270	310	420	420
	Epaisseur de plaque	d	15	16	20	25	35	45	60	65
Trompette	Diamètre	ø T	83	114	127	152	100	114	140	165
	Longueur env.	LT	175+ΔL	275+ΔL	290+ΔL	310+ΔL	ca. ΔL	ca. ΔL	ca. ΔL	ca. ΔL
	arrondi à min+n*100		(min.210)	(min.320)	(min.350)	(min.380)	(min.170)	(min.180)	(min. 510)	(min. 520)
	Longueur de cône	LK	70	85	100	115	55	65	45	110
Spirale	Diamètre	ø S	140	180	220	260	300	325	420	440
	Longueur	LS	175	200	220	280	320	350	390	450
	Diamètre de tige	ø e	10	10	10	12	12	14	16	18
	Pas	GH	50	50	50	50	50	50	50	50
Écrou d'appui	Diamètre	ø M	102	135	155	180	134	148	185	210
	Hauteur	hM	25	30	40	50	65	80	90	100
Tête d'ancrage / corps de base	Diamètre	ø A	70	100	115	130	90	98	122	140
	Hauteur	HA	45	60	80	90	53	63	80	95
Capot protection	Diamètre	ø H	114	139	159	193	139	159	203	229
	Hauteur (dès plaque)	HH	60	80	100	120	150	170	220	220
Montage	Surface de coffrage	s/s	180	220	260	300	360	400	550	550
	Plaque de joint	DP	-	-	-	-	40	40	40	40
	Perçage dans coffrage	ø B	30	30	30	30	30	30	50	50
	Trou dans coffrage	ø L	-	-	-	-	115	125	150	170
	Profondeur niche *)	min. t	130	140	160	180	200	250	320	320
	Poids de pose	kg	5	8	13	24	45	59	132	175

Toutes les cotes en mm

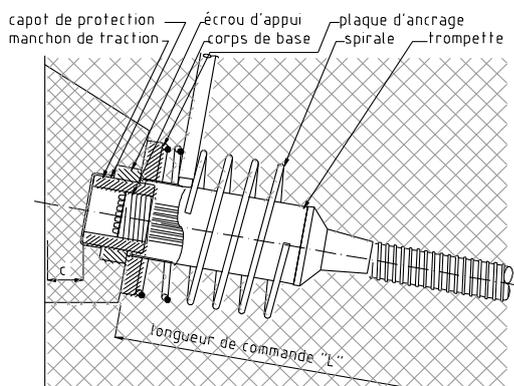
ΔL=course d'allongement env. 5.7 mm/m

*) = recouvrement de béton c = 60 mm calculé

Etat au montage (Type C)



Etat final (Type C)



Dimensions

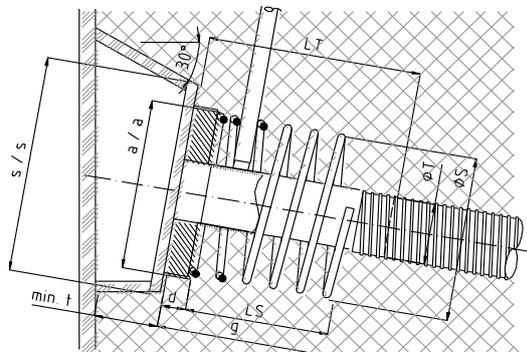
		Type C							
		C 360	C 630	C 1000	C 1400	C 1900	C 2350	C 3700	C4600
Partie droite avant ancrage	g	650+ΔL	800+ΔL	900+ΔL	1100+ΔL	1300+ΔL	1500+ΔL	1900+ΔL	2300+ΔL
Plaque d'ancrage	Dimensions a/a	140	180	220	260	300	325	420	450
	Epaisseur de plaque d	15	16	20	25	30	35	60	60
Trompette	Diamètre ø T	76	95	114	127	152	165	200	230
	Longueur env. LT	45+ΔL	60+ΔL	65+ΔL	80+ΔL	80+ΔL	90+ΔL	150+ΔL	180+ΔL
	arrondi à min+n*100	(min.90)	(min.110)	(min.125)	(min.150)	(min.165)	(min.185)	(min.270)	(min.320)
	Longueur de cône LK	70	70	85	100	123	125	135	150
Spirale	Diamètre ø S	140	180	220	260	300	325	420	440
	Longueur LS	175	200	220	280	320	350	390	450
	Diamètre de tige ø e	10	10	10	12	12	14	16	18
	Pas GH	50	50	50	50	50	50	50	50
Écrou d'appui	Diamètre ø M	96	115	139	162	185	210	255	285
	Hauteur hM	22	26	34	39	50	53	65	75
Manchon traction	Diamètre ø ZH	68	83	101	118	134	148	185	210
	Longueur LZH	64	70	90	104	118	138	172	205
Corps de base	Diamètre ø GK	46	57	68	80	90	98	122	140
	Hauteur h GK	26	30	40	46	53	63	85	95
Capot protection	Diamètre ø H	114	133	168	193	146	159	219	244
	Hauteur (dès plaque) HH	80	90	110	120	140	160	190	200
Montage	Surface de coffrage s/s	180	220	260	300	360	400	550	550
	Plaque de joint	-	-	-	-	-	-	-	-
	Perçage dans coffrage ø B	30	30	30	30	30	30	50	50
	Profondeur niche *) min. t	130	140	160	180	200	220	230	260
	Poids de pose kg	8	11	18	27	42	59	130	165

Toutes les cotes en mm

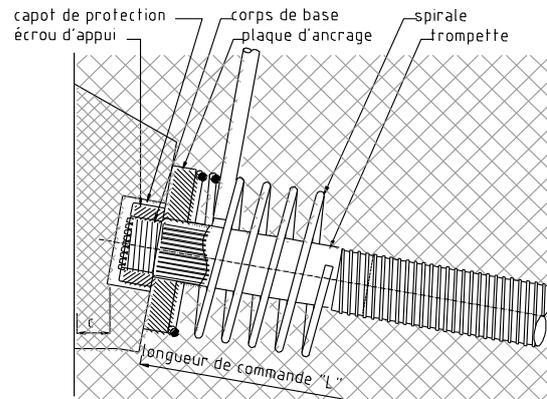
ΔL=course d'allongement env. 5.7 mm/m

*) = recouvrement de béton c = 60 mm calculé

Etat au montage (Type D)



Etat final (Type D)



Dimensions

		Type D								
		D 360	D 630	D 1000	D 1400	D 1900	D 2350	D 3700	D 4600	D 6250
Partie droite avant ancrage	g	750	900	1000	1200	1400	1700	2100	2500	2800
Plaque d'ancrage	Dimensions a/a	120	170	200	240	270	310	420	420	500
	Epaisseur de plaque d	12	20	25	30	35	45	60	65	80
Trompette	Diamètre ø T	55	70	76	90	100	114	140	165	193.7
	Longueur LT	262	295	300	355	395	445	555	675	800
Spirale	Diamètre ø S	120	180	200	260	300	325	420	440	550
	Longueur LS	175	200	240	280	320	350	390	450	540
	Diamètre de tige ø e	10	10	12	12	12	14	16	18	20
	Pas GH	50	50	50	50	50	50	50	50	60
Écrou d'appui	Diamètre ø M	80	98	113	130	142	158	203 **	229 **	254 **
	Hauteur HM	30	35	45	50	60	70	110 **	120 **	145 **
Corps de base	Diamètre ø A	46	57	68	80	90	98	122	140	160
	Hauteur HA	26	30	40	46	53	63	85	95	120
Capot protection	Diamètre ø H	95	114	127	139	159	165	219	244	267
	Hauteur (dès plaque) HH	50	55	65	70	80	90	130	140	170
Montage	Surface de coffrage s/s	180	220	260	300	360	400	550	550	600
	Plaque de joint DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Profondeur niche *) min. t	110	115	125	130	140	150	190	200	230
	Poids de pose kg	6	9	12	19	27	43	105	135	240

Toutes les cotes en mm

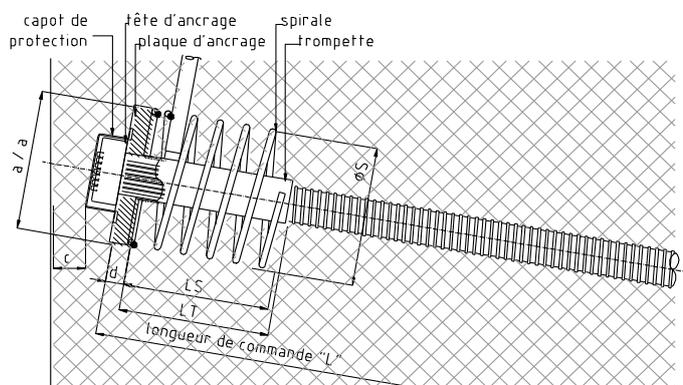
*) = recouvrement de béton c = 60 mm calculé

** y compris bague d'appui 20 mm

Ancrage spécial pour câbles enfilés (fixes et mobiles)

(En cas d'utilisation comme ancrage de précontrainte, on pose des coques d'appui comme pour le type A)

Etat au montage et final (Type F)



Dimensions

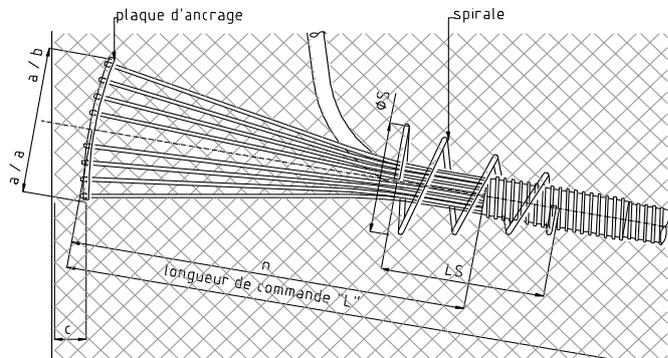
			Type F								
			F 360	F 630	F 1000	F 1400	F 1900	F 2350	F 3700	F 4600	F 6250
Plaque d'ancrage	Dimensions	a/a	140	170	200	240	270	310	420	420	500
	Epaisseur de plaque	d	15	20	25	30	35	45	60	65	80
Trompette	Diamètre	ø T	40	50	65	76	85	95	140	165	193.7
	Longueur	LT	265	295	300	355	360	445	555	675	800
Spirale	Diamètre	ø S	140	180	200	260	300	325	420	440	550
	Longueur	LS	175	200	240	280	320	350	390	450	540
	Diamètre de tige	ø e	10	10	12	12	12	14	16	18	20
	Pas	GH	50	50	50	50	50	50	50	50	60
Tête d'ancrage	Diamètre	ø A	62	77	97	117	129	152	203 **	229 **	254 **
	Hauteur	HA	25	28	35	41	47	54	110 **	120 **	145 **
Montage	Poids de pose	kg	6	9	12	19	27	43	105	135	240

Toutes les cotes en mm

Recouvrement de béton $c \geq 60$ mm

**y compris bague d'appui 20 mm

Etat au montage et final (Type S)



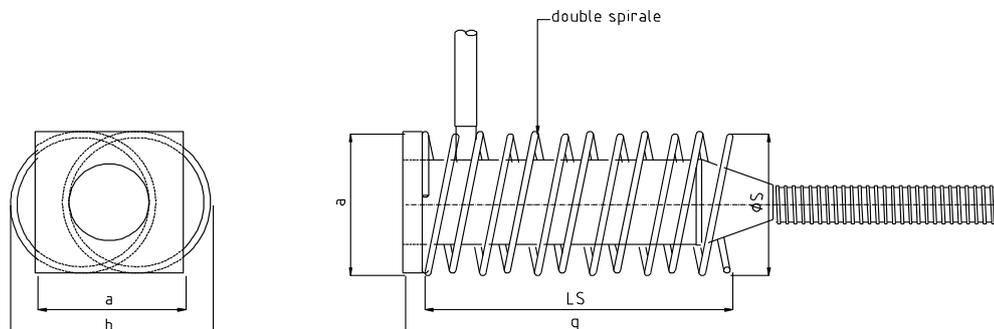
Dimensions

			Type S								
			S 360	S 630	S 1000	S 1400	S 1900	S 2350	S 3700	S 4600	S 6250
Plaque d'ancrage	dimensions carré	a/a	-	-	200/200	250/250	300/280	330/300	-	-	-
	dimensions rectangle	a/b	140/120	220/140	300/160	360/180	420/200	500/200	500/300	500/400	700/400
Longueur de l'ancrage		n	500	550	550	650	750	850	850	850	1100
Spirale	Diamètre	ø S	165	175	175	175	220	220	220	220	275
	Longueur	LS	325	350	350	350	300	300	335	335	375
	Diamètre de tige	ø e	10	10	10	10	10	10	14	14	20
	Pas	GH	40	50	50	50	50	50	50	50	60
Montage	Poids de pose	kg	3	5	6	8	10	11	15	20	42

Toutes les cotes en mm

Recouvrement de béton $c \geq 60$ mm

Assemblage (Type Rapid)



Dimensions

			Type Rapid							
			360	630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Partie droite avant ancrage		g	Les ancrages du type Rapid correspondent aux ancrages type A, B/C, D, F et M. Les dimensions des détails du coffrage et de l'ancrage sont indiquées dans les tableaux de cotes des ancrages correspondants. Le type S peut aussi être utilisé comme ancrage fixe.							
Plaque d'ancrage	Dimensions	a/a								
	Epaisseur plaque	d								
Trompette	Diamètre	ø T								
	Longueur	LT								
Spirale	Diamètre	ø S	140	180	220	260	300	325	420	440
	Longueur	LS	175	200	220	280	320	350	390	450
	Diamètre de tige	ø e	10	10	12	12	12	14	16	18
	Pas	GH	50	50	50	50	50	50	50	50
	Dimension	b	160	220	280	320	370	420	530	590
Distances aux bords et entre axes										
Entraxe		min. A	180	240	300	350	400	450	570	630
Distance au bord		min. R	90+c	120+c	150+c	180+c	200+c	230+c	290+c	320+c

Toutes les cotes en mm

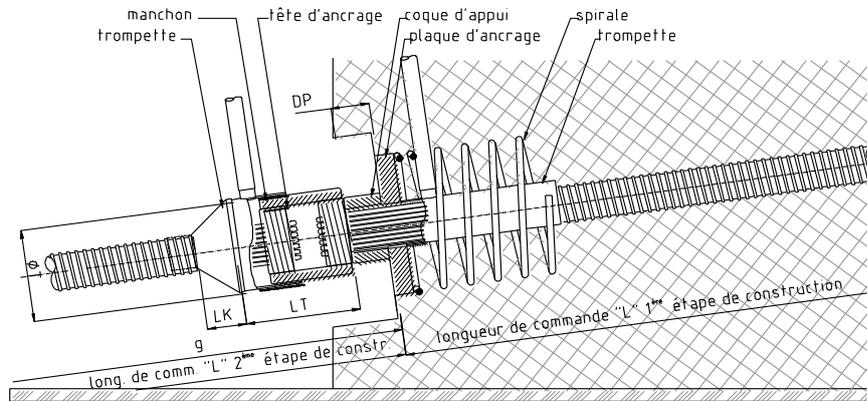
c = recouvrement de béton

L'alignement de la double spirale doit être accordé avec la géométrie de l'ouvrage.

Les entraxes peuvent être réduits de 15% du côté étroit, mais pas à une valeur plus petite que le diamètre de la spirale. Il faut alors agrandir du même pourcentage les entraxes du côté large.

Ancrage spécial pour précontrainte précoce à 100% pour des résistances de $f_{cj,cube} = 22.5 \text{ N/mm}^2$

Coupe longitudinale (Type KA)



Remarque: Type KM analogue, mais sans ou avec courtes coques d'appui seulement

Dimensions

			Type KA							
			KA 360	KA 630	KA 1000	KA 1400	KA 1900	KA 2350	KA 3700	KA 4600
Partie droite des deux côtés du coupleur	g		750	900	1000	1200	1400	1600	2000	2500
Trompette	Diamètre / longueur	ø T	84	114	133	159	170	194	237	272
	Longueur	LT	130	175	180	190	210	220	440	540
	Longueur de cône	LK	50	85	100	115	70	60	90	100
Manchon	Diamètre	ø KH	80	105	128	151	165	187	230	265
	Longueur	LKH	90	100	110	120	150	165	230	270
Poids de pose	kg		3	5	7	11	15	21	43	74

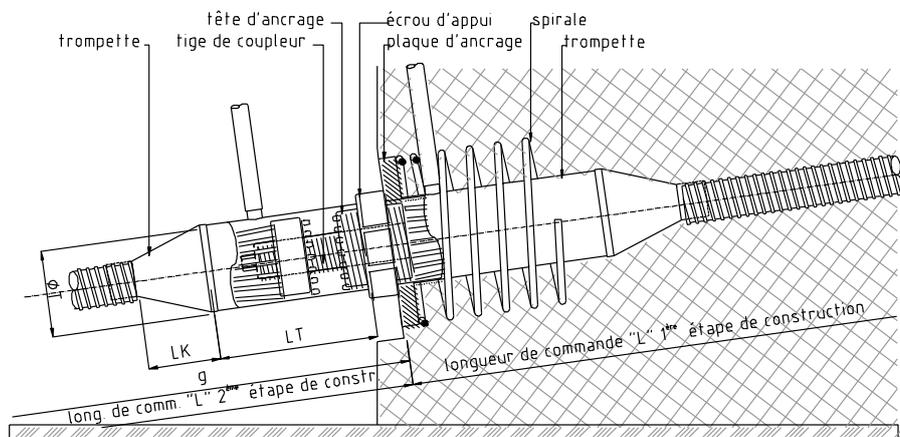
Toutes les cotes en mm

			Type KM		Type KA / KM	
			KM 1900	KM 2350	KA 3700	KA 4600
Partie droite des deux côtés du coupleur	g		1400	1600	2000	2500
Trompette	Diamètre / longueur	ø T	170	194	237	272
	Longueur	LT	210	220	440	540
	Longueur de cône	LK	70	60	90	100
Manchon	Diamètre	ø KH	168	187	230	265
	Longueur	LKH	170	165	230	270
Poids de pose	kg		15	21	43	74

Les coupleurs type KM ne sont pas prévus pour de petites unités de câble.

Toutes les cotes en mm

Coupe longitudinale (Type KB)



Remarque: Type KC analogue, mais avec manchon et raccord de coupleur au lieu d'une tige de coupleur

Dimensions

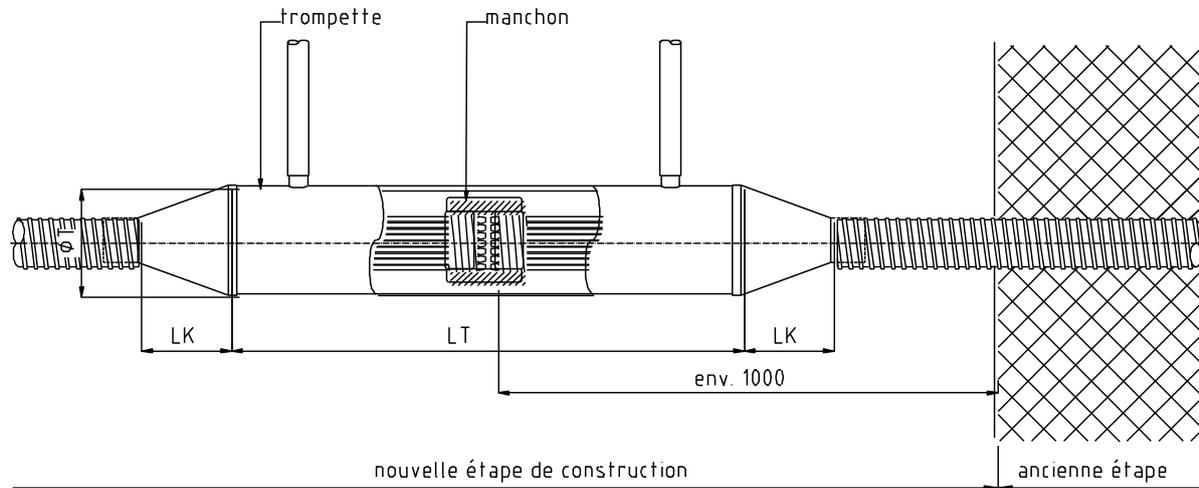
		Type KB				
		KB 360	KB 630	KB 1000	KB 1400	
Partie droite des deux côtés du coupleur	g	750	900	1000	1200	
Trompette	Diamètre / longueur	øT	76	114	127	152
	Longueur	LT	250	300	350	350
	Longueur de cône	LK	70	85	100	115
Tige de coupleur	Diamètre	ø KN	38	52	52	62
	Longueur	LKN	200	200	200	270
Poids de pose	kg	4	7	10	15	

Toutes les cotes en mm

		Type KC								
		KC 360	KC 630	KC 1000	KC 1400	KC 1900	KC 2350	KC 3700	KC 4600	
Partie droite des deux côtés du coupleur	g	750	900	1000	1200	1400	1600	2000	2500	
Trompette	Diamètre / longueur	ø T	76	95	114	127	152	165	200	230
	Longueur	LT	160	170	210	250	280	320	390	460
	Longueur de cône	LK	70	70	85	100	123	125	135	150
Manchon	Diamètre	ø KH	68	83	101	118	130	144	185	210
	Longueur	LKH	90	100	120	140	160	180	220	250
Raccord de coupleur	Diamètre	ø KN	46	57	68	80	90	98	122	140
	Longueur	LKN	65	75	94	110	120	140	175	210
Poids de pose	kg	3	5	8	13	18	24	50	75	

Toutes les cotes en mm

Coupe longitudinale (Type VC)



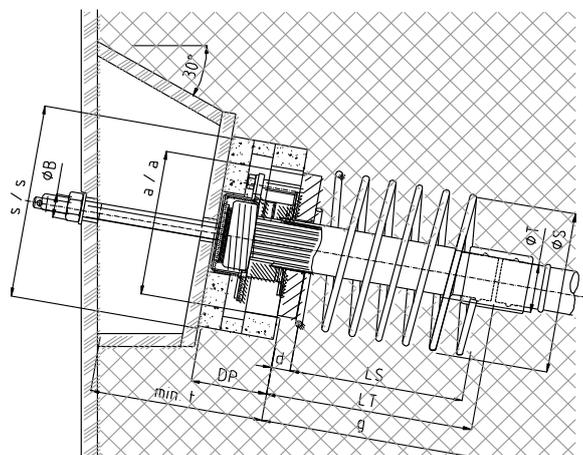
Remarque: Type VB analogue, mais avec tige de coupleur au lieu de manchon de coupleur

Dimensions

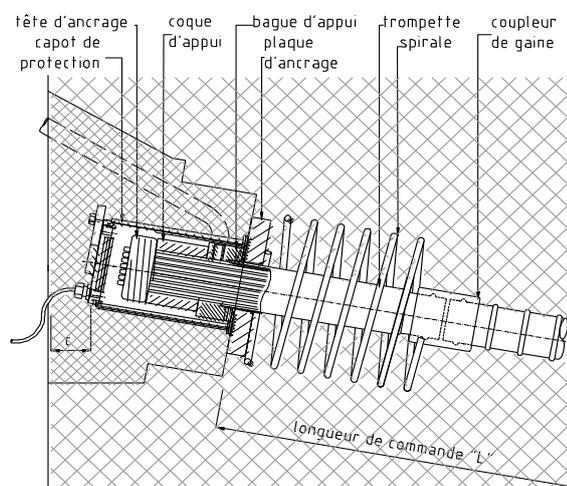
	Type VB				Type VC				
	VB 360	VB 630	VB 1000	VB 1400	VC 1900	VC 2350	VC 3700	VC 4600	
Partie droite des deux côtés du coupleur	750	900	1000	1200	1400	1600	2000	2500	
Trompette	Diamètre / longueur $\phi T / LT$	83	114	127	152	152	165	208	231
	Longueur LT	selon position du coupleur et longueur des câbles							
	Longueur de cône LK	(min.460)	(min.540)	(min.640)	(min.660)	(min.300)	(min.330)	(min.570)	(min.570)
Tige de coupleur	Diamètre ϕKN	38	52	52	62	-	-	-	-
	Longueur LKN	200	200	270	270	-	-	-	-
Manchon	Diamètre ϕKH	-	-	-	-	130	144	185	210
	Longueur LKH	-	-	-	-	160	180	220	250
Poids de pose	kg								

Toutes les cotes en mm

Etat au montage (Type A,isol)



Etat final (Type A,isol)



Remarque: Type F,isol analogue, mais plus court et sans niche ($\Delta L = 0$ mm)

Dimensions

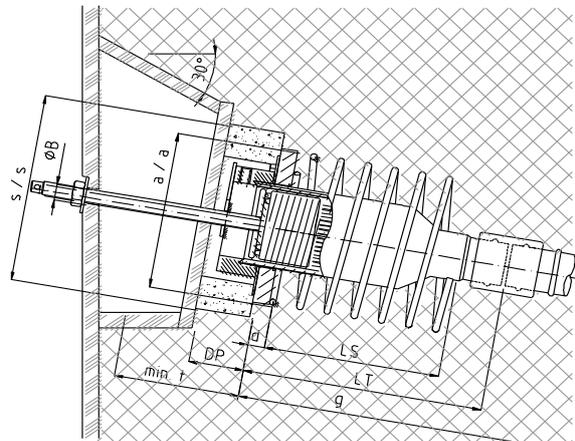
		Type A / F.....isol						
		630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Partie droite avant ancrage	g	900	1000	1200	1400	1700	2100	2500
Plaque d'ancrage	Dimensions a/a	170	200	240	270	310	420	420
	Epaisseur de plaque d	20	25	30	35	45	60	65
Trompette	Diamètre ø T	63	75	75	90	110	160	180
	Longueur LT	450	380	380	480	480	570	570
Spirale	Diamètre ø S	180	200	260	300	325	420	440
	Longueur LS	200	240	280	320	350	390	450
	Diamètre de tige ø e	10	12	12	12	14	16	18
	Pas GH	50	50	50	50	50	50	50
Tête ancrage, y c.	Diamètre ø A	100	130	130	150	168	230	260
bague d'appui	Hauteur HA	100+ ΔL	105+ ΔL	115+ ΔL	120+ ΔL	130+ ΔL	165+ ΔL	175+ ΔL
Plaque isolante d = 4 mm	ø IP	160	200	220	250	300	400	400
Capot protection	Diamètre ø H	125	160	160	180	225	280	315
	Hauteur (dès plaque) HH	130+ ΔL	140+ ΔL	145+ ΔL	150+ ΔL	160+ ΔL	190+ ΔL	200+ ΔL
Montage	Surface de coffrage s/s	220	260	300	360	400	550	550
	Plaque de joint DP	130	130	140	140	150	120	120
	Perçage dans coffrag ø B	30	30	30	30	30	50	50
	Trou dans coffrage ø L	-	-	-	-	-	150	170
	Profondeur niche *) min. t	200+ ΔL	210+ ΔL	215+ ΔL	220+ ΔL	230+ ΔL	260+ ΔL	270+ ΔL
	Poids de pose kg	9	17	28	36	52	136	173

Toutes les cotes en mm

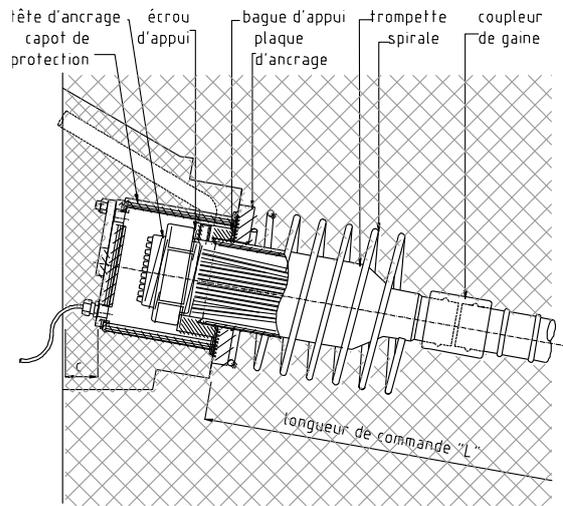
ΔL =course d'allongement env. 5.7 mm/m

*) = recouvrement de béton c = 60 mm calculé

Etat au montage (Type B,isol)



Etat final (Type B,isol)



Remarque: Type M,isol analogue, mais avec 2 têtes d'ancrage et têtes refoulées intermédiaires

Dimensions

		Typ B.....isol			Typ M.....isol				
		630	1000	1400	1900	2350	3700	4600	
Partie droite avant ancrage	g	900+ΔL	1000+ΔL	1200+ΔL	1300+ΔL	1500+ΔL	1900+ΔL	2300+ΔL	
Plaque d'ancrage	Dimensions	a/a	180	220	260	270	310	420	420
	Epaisseur de plaque	d	16	20	25	35	45	60	65
Trompette	Diamètre	ø T	125	140	160	110	125	160	180
	Longueur	LT	420+ΔL	450+ΔL	500+ΔL	auf Anfrage		auf Anfrage	
Spirale	Diamètre	ø S	180	220	260	300	325	420	440
	Longueur	LS	200	220	280	320	350	390	450
	Diamètre de tige	ø e	10	10	12	12	14	16	18
	Pas	GH	50	50	50	50	50	50	50
Écrou d'appui, y c.	Diamètre	ø M	150	168	205	168	190	230	260
bague d'appui	Hauteur	hM	100	110	120	135	155	165	175
Plaque isolante d = 4 mm		ø IP	200	220	260	270	300	400	400
Corps de base	Diamètre	ø A	100	115	130	90	98	122	140
	Hauteur	HA	60	80	90	53	63	80	95
Capot protection	Diamètre	ø H	180	200	250	200	225	280	315
	Hauteur (dès plaque)	HH	160	180	200	230	255	295	295
Montage	Surface de coffrage	s/s	220	260	300	360	400	550	550
	Plaque de joint	DP	80	80	80	40	40	40	40
	Perçage dans coffrage	ø B	30	30	30	30	30	50	50
	Trou dans coffrage	ø L	-	-	-	115	125	150	170
	Profondeur niche *)	min. t	230	230	270	300	325	365	365
	Poids de pose	kg	16	27	40	52	65	150	195

Toutes les cotes en mm

ΔL=course d'allongement env. 5.7 mm/m

*) = recouvrement de béton c = 60 mm calculé

Coupe longitudinale (Type C,isol)

Remarque: Figure analogue au type B,isol

Dimensions

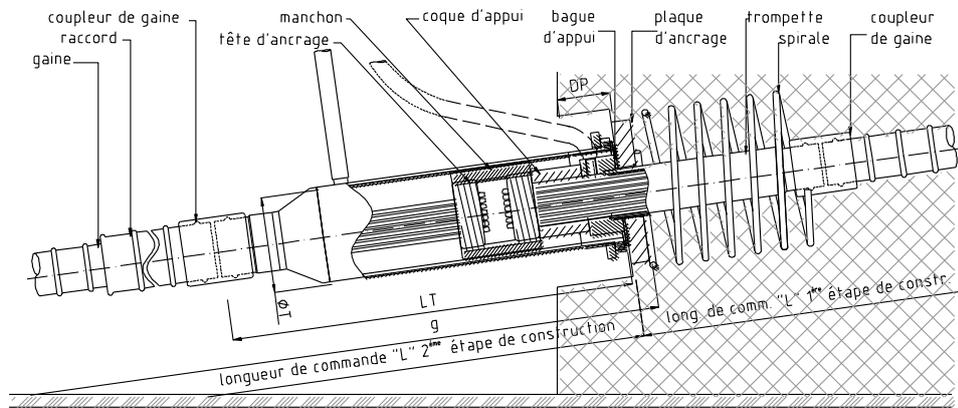
		Typ C.....isol						
		630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Partie droite avant ancrage	g	800+ Δ L	900+ Δ L	1100+ Δ L	1300+ Δ L	1500+ Δ L	1900+ Δ L	2300+ Δ L
Plaque d'ancrage	Dimensions a/a	200	220	260	300	325	420	450
	Épaisseur de plaque d	20	20	25	30	35	60	60
Trompette	Diamètre ϕ T	110	125	140	160	180	225	250
	Longueur LT	270+ Δ L	300+ Δ L	350+ Δ L	380+ Δ L	400+ Δ L	450+ Δ L	500+ Δ L
Spirale	Diamètre ϕ S	180	220	260	300	325	420	440
	Longueur LS	200	220	280	320	350	390	450
	Diamètre de tige ϕ e	10	10	12	12	14	50	50
	Pas GH	50	50	50	50	50	16	18
Écrou d'appui, y c.	Diamètre ϕ M	150	157	176	205	230	285	315
	Hauteur hM	96	104	119	125	128	140	150
Plaque isolante d = 4 mm	ϕ IP	200	220	255	280	320	420	450
Manchon traction	Diamètre ϕ ZH	83	101	118	134	148	185	210
	Hauteur LZH	70	90	104	118	138	172	205
Corps de base	Diamètre ϕ GK	57	68	80	90	98	122	140
	Hauteur h GK	30	40	46	53	63	80	95
Capot protection	Diamètre ϕ H	180	200	225	250	280	315	355
	Hauteur (dès plaque) HH	170	190	200	225	245	275	285
Montage	Surface de coffrage s/s	220	260	300	360	400	550	550
	Plaque de joint	90	90	90	100	100	100	100
	Perçage dans coffrage ϕ B	30	30	30	30	30	30	30
	Profondeur niche *) min. t	240	260	270	295	315	345	355
	Poids de pose kg				49	68		

Toutes les cotes en mm

Δ L=course d'allongement env. 5.7 mm/m

*) = recouvrement de béton c = 60 mm calculé

Coupe longitudinale (Type KA,isol)



Remarque: Type KM,isol analogue, mais sans ou avec courtes coques d'appui seulement

Dimensions

			Type KA.....isol						
			630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Partie droite des deux côtés du coupleur g			900	1000	1200	1400	1600	2000	2500
Trompette	Diamètre / longueur	ø T	140	160	180	200	225	280	315
	Longueur LT		370+ΔL1	390+ΔL1	420+ΔL1	400+ΔL1	400+ΔL1	500+ΔL1	600+ΔL1
Manchon	Diamètre	ø KH	105	128	151	165	187	230	265
	Longueur LKH		100	110	120	150	165	230	270
Poids de pose kg			5	7	11	15	21	43	74

Toutes les cotes en mm

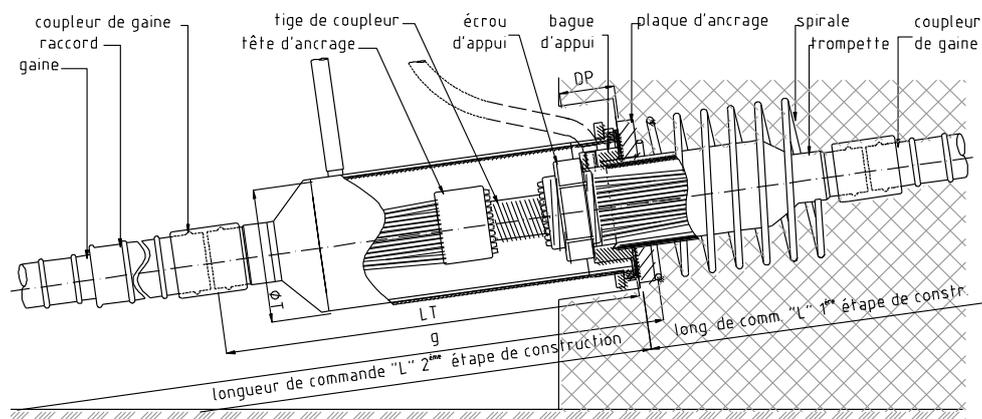
ΔL1=allongement du câble de la 1ère étape env. 5.7 mm/m

			Type KM.....isol		Type KA/KM.....isol	
			1900	2350	3700	4600
Partie droite des deux côtés du coupleur g			1400	1600	2000	2500
Trompette	Diamètre / longueur	ø T	200	225	280	315
	Longueur LT		400	400	500	600
Manchon	Diamètre	ø KH	168	187	230	265
	Longueur LKH		170	165	230	270
Poids de pose kg			15	21	43	74

Les coupleurs type KM,isol ne sont pas prévus pour de petites unités de câble.

Toutes les cotes en mm

Coupe longitudinale (Type KB,isol)



Remarque: Type KC,isol analogue, mais avec manchon et raccord de coupleur au lieu d'une tige de coupleur

Dimensions

		Type KB.....,isol		
		630	1000	1400
Partie droite des deux côtés du coupleur g		900	1000	1200
Trompette	Diamètre / longueur $\phi T / LT$	180	225	250
	Longueur LT	400	500	550
Tige de coupleur	Diamètre ϕKN	52	52	62
	Longueur LKN	200	200	270
Poids de pose kg		7	10	15

Toutes les cotes en mm

		Type KC.....,isol						
		630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Partie droite des deux côtés du coupleur g		900	1000	1200	1400	1600	2000	2500
Trompette	Diamètre / longueur ϕT	180	200	225	250	280	315	355
	Longueur LT	350	400	500	550	600	700	700
Manchon	Diamètre ϕKH	83	101	118	130	144	185	210
	Longueur LKH	100	120	140	160	180	220	250
Raccord coupleur	Diamètre ϕKN	57	68	80	90	98	122	140
	Longueur LKN	75	94	110	120	140	175	210
Poids de pose kg		5	8	13	18	24	50	75

Toutes les cotes en mm

Annexe 2: Indications pour l'exécution

Table des matières	Page
1. Généralités	1
2. Transport et stockage	2
3. Montage des câbles	2
3.1. Généralités	2
3.2. Pose de câbles fabriqués en usine	4
4. Mise en tension	4
5. Remplissage et injection	6
6. Travaux d'achèvement	6

1. Généralités

On applique pour l'exécution des travaux de précontrainte les dispositions correspondantes des normes et directives suivantes:

- Guide pour l'Homologation technique de systèmes de précontrainte en Suisse
- Norme SIA 262:2003 " Constructions en béton"
- Directive OFROU 12010 "Dispositions pour garantir la durabilité des câbles de précontrainte dans les ouvrages d'art", en particulier concernant les câbles de la catégorie c
- prEN 13670 (2008) " Exécution des ouvrages en béton "
- EN 445:2007, 446:2007, 447:2007 ainsi que les préfaces et annexes nationales (2008).

Pour l'exécution des travaux de précontrainte en hiver, les points suivants doivent en particulier être réglés lors de la commande:

- Choix de matière des gaines en plastique (PP ou PE) (Annexe 1, chiffres 3.2.3.)
- Protection temporaire contre la corrosion (Annexe 1, chiffre 7.)
Si le programme de construction prévoit des délais plus longs jusqu'à l'injection, l'utilisation de fils traités peut être convenue.

2. Transport et stockage

Les câbles Stahlton-BBRV sont fabriqués en usine chez Stahlton SA et en général enroulés sur des bobines. Les formes alternatives de livraison sont "sans corps" ou "enroulé sur tourniquets" (petits types de câbles; fils seuls aussi en faisceaux) et "tendu" ou "en boucle" (câbles courts).

Une livraison optimale sur le chantier doit être définie lors de la commande avec la direction des travaux responsable.

Le diamètre des bobines se base sur la taille des câbles et le type de gaine et il est en général de:

Qualité de gaine Bobine øa/øi x B (cm) Type de câble	Gaine acier avec longueur enroulable			Gaine plastique (PP,PE)	
	enroulé libre øi 180	Petite bobine ø200/160x70	Grande bobine ø230/170x108	Petite bobine ø200/160x70	Grande bobine ø230/170x108
BBRV 360 / 630	< 25 m	< 150 m	-	< 80 m	-
BBRV 1000 / 1400	-	< 100 m	-	< 80 m	-
BBRV 1900 / 2350	-	< 70 m	< 150 m	< 50 m	< 120 m
BBRV 3700	-	< 50 m	< 130 m	-	< 95 m
BBRV 4600	-	-	< 120 m	-	< 95 m
BBRV 6250	-	-	< 70 m	ø255/220x220 ou tendu	

Les composants de câble pour le montage sont livrés joints à l'intérieur des bobines ou sur des palettes de matériel. D'autres composants sont apportés par l'équipe chargée de la mise en tension.

Sur le chantier, les câbles doivent être déposés dans leur position de transport sur un sol consolidé. En cas d'attente de plusieurs jours, les câbles seront protégés contre la corrosion et les dommages au moyen de bâches.

Les câbles et composants de câbles doivent être entreposés soigneusement sur le chantier, afin qu'aucun dommage ne puisse se produire en raison des activités sur le chantier.

3. Montage des câbles

3.1. Généralités

Le coffrage doit être perpendiculaire à l'axe du câble de précontrainte. Il faut s'assurer que le segment droit théorique soit respecté. La plaque d'appui doit être vissée de manière à être solidaire du coffrage.

Les dimensions de niche indiquées dans l'annexe 1 et l'espace libre contigu dans l'ancrage mobile sont les conditions à respecter pour une mise en tension des câbles sans difficultés.

Les ouvertures temporaires telles que joints de gaine ou raccords d'injection seront obturés de sorte que de l'eau ou d'autres substances ne puissent pas pénétrer dans le système de gaines.

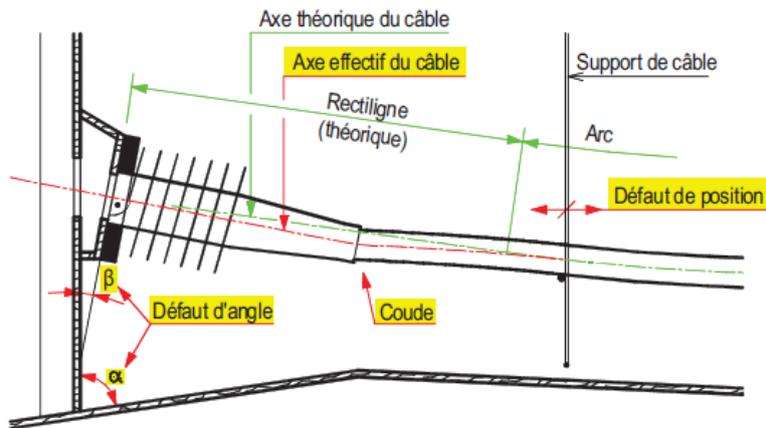


Figure 1: Conditions géométriques de la zone d'ancrage



Figure 2: Plaques d'ancrage posées

Les travaux de soudage et d'autres travaux produisant de la chaleur au voisinage de l'acier de précontrainte, des pièces d'ancrage et des gaines en plastiques sont interdits, en général. Si de tels travaux sont malgré tout inévitables, il ne doivent être réalisés qu'avec la plus grande prudence et l'application de mesures de protection, comme par ex. des nattes de protection.

En général, une manipulation soigneuse est nécessaire, afin de ne produire aucun dégât sur le câble.

Les gaines doivent être fixées sûrement à chaque support de câble. Les gaines en acier peuvent être fixées avec du fil de ligature. Pour les gaines en plastique, il faut utiliser des ligatures en plastique. Pour les rayons de courbure serrés ($R < 2 \cdot R_{\min}$), il faut placer entre la barre transversale du support de câble et la gaine une coque de protection. La disposition des coques de protection doit être indiquée dans le plan des câbles.

Il faut éviter tout genre de dommage sur les gaines. D'éventuels dégâts (trous, déformations) doivent être annoncés immédiatement à la direction des travaux de l'entreprise de précontrainte. Il s'assurera d'une réparation selon les règles de l'art.



Figure 3: Livraison



Figure 4: Déroulage



Figure 5: Support de câble

Indication des sources: Figures 1,2,5 tirées des directives OFROU 12010

Pour les câbles de la catégorie c, il faut prévoir et monter étape après étape avec les câbles aussi les coffrets de mesure. Tous les endroits de raccord et de traversée de la gaine isolante doivent être étanchés soigneusement et selon les règles de l'art. Il faut non seulement empêcher la pénétration de lait de ciment, mais aussi une liaison électrolytique entre l'intérieur du câble et le béton de l'ouvrage.

3.2. Pose de câbles fabriqués en usine

Au début des travaux de pose par l'entrepreneur, une instruction de pose est donnée par un collaborateur expérimenté de Stahlton SA.

Les instructions de pose fournies doivent être respectées strictement.

Stahlton SA met à disposition des appareils de déroulage qui permettent un montage contrôlé et sans dégâts. La pose des câbles commence en général par l'ancrage fixe.

Les câbles seront déroulés soigneusement et contrôlés visuellement quant à d'éventuels plis et endommagements.

Si dans des cas exceptionnels des câbles préfabriqués doivent être posés à travers des manchons ou d'autres passages étroits, il est recommandé de prévoir une forme et un calibre suffisamment stable des traversées.

4. Mise en tension

L'application des forces de précontrainte se fait selon le programme de mise en tension préalablement défini par l'auteur du projet.

Pour appliquer toute la force de précontrainte P_o , les résistances de béton suivantes sont nécessaires:

- Ancrages standards Types 360 - 6250 $f_{cj,cube} > 30 \text{ N/mm}^2$
- Ancrage Rapid Types 360 - 4600 $f_{cj,cube} > 22.5 \text{ N/mm}^2$

La résistance de béton exigée doit être vérifiée sur l'ouvrage par l'entreprise.

Les câbles à fils Stahlton-BBRV sont mis en tension au moyen de tendeurs et de vérins à trou de centrage à double effet. Les forces sont produites par des groupes de pompes hydrauliques.

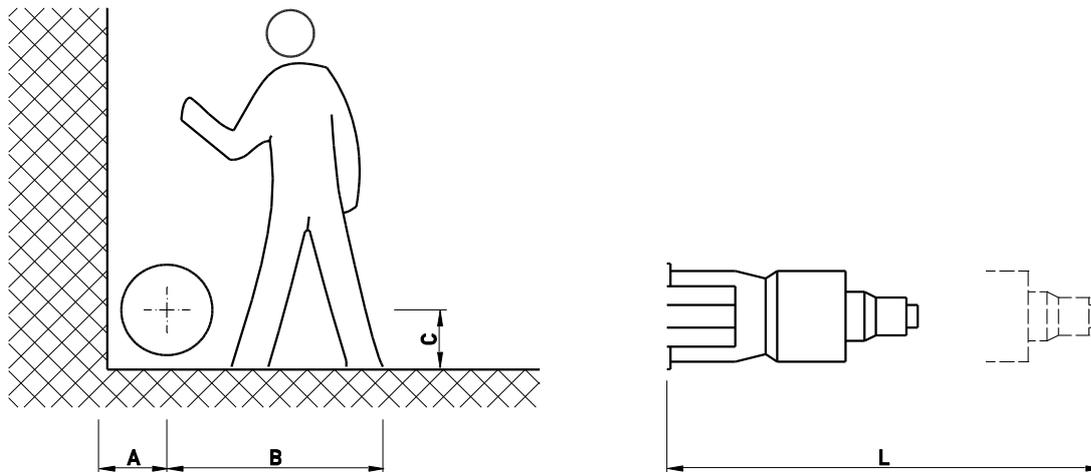
Un manomètre installé indique la pression hydraulique pendant la mise en tension. Les valeurs sont prescrites par la direction des travaux en corrélation avec les forces de précontrainte nécessaires.

Les courses de précontrainte ne sont pas mesurées à partir de la force „zéro“. Afin que la course de précontrainte ne soit pas faussée par la tension du faisceau de fils dans la gaine („course à vide“), la mesure de la course de précontrainte ne commence que pour une force de $0.10 \cdot P_{max}$ ($P_{max} = 0.75 P_k$).

La perte de course de précontrainte lors de l'ancrage du système de précontrainte Stahlton-BBRV dépend du type d'ancrage utilisé et elle peut être compensée en grande partie par le processus de blocage. Elle se monte à environ :

- Ancrage avec coque d'appui (Type A, M) env. 3 mm
(tolérance en raison de l'échelonnement des coques d'appui $\pm 2.5 \text{ mm}$)
- Ancrage avec filetage et écrou d'appui (Type B, C) $< 1 \text{ mm}$.

Une remise en tension et une détente des câbles sont possibles en tout temps, mais au plus tard jusqu'à l'exécution de l'injection.



Croquis de la place nécessaire avec désignations

Type de câble Stahlton-BBRV	Type de vérin	Poids kg	Place nécessaire pour vérin de précontrainte (mm)			
			A	B	C	L
360 , 630	NP 100	44	170	650	140	1'400
1000 , 1400	NP 150	78	190	700	160	1'500
1900	NP 200	92	210	800	180	1'500
2350	NP 250	124	230	800	200	1'500
3700 , 4600	LP 500	1'120 ^{*)}	370	1'000	300	2'500
6250	LP 1000	3'500 ^{*)}	450	1'200	400	3'300

^{*)} Poids de l'équipement complet de mise en tension

Stahlton SA établit un procès-verbal de mise en tension avec les indications suivantes:

- Désignation du chantier
- Date
- Type de câble, nombre de fils et longueur de câble
- Pression hydraulique p [bar]
- Force de précontrainte P [kN]
- Course de précontrainte mesurée Δl [mm]
- Type de vérin utilisé

Pendant la mise en tension, la prudence est toujours nécessaire, car les vérins activent des forces considérables. Ces forces pourraient être libérées à la suite d'une quelconque erreur. En particulier, il ne faut pas se tenir derrière le vérin.

Pour les câbles de la catégorie c, il faut en particulier mesurer la résistance électrique après l'achèvement de la mise en tension. Un éventuel court-circuit peut ainsi être détecté et éventuellement aussi réparé. D'autres affirmations ne sont cependant pas possibles sur les câbles pas encore injectés.

5. Remplissage et injection

Les câbles sont remplis d'un coulis d'injection spécialement certifié pour les câbles. Le certificat doit être disponible sur le chantier.

On admet usuellement des exigences normales selon la classe d'exécution 2. Si des exigences accrues ou élevées devaient être appliquées selon la classe d'exécution 3, celles-ci doivent être mises en soumission et convenues en plus.

Les mesures suivantes seront entreprises selon le tableau d'ensemble de l'annexe nationale NA.1 SN EN 446, afin d'attester de la qualité des travaux d'injection:

- Capacité d'écoulement du mortier frais
- Variation de volume (gonflement / retrait)
- Séparation d'eau
- Résistance à la compression du mortier après 28 jours
- Etanchéité à l'entrée et à la sortie (si convenu)

Le passage des gaines et la disposition des événements doivent être vérifiés avant le début des travaux d'injection.

L'injection se fait en général par le raccord d'injection de l'ancrage situé le plus bas. Quand du coulis de bonne qualité sort par l'événement, celui-ci sera fermé et la pression sera augmentée au maximum à 1 bar. Pour les gaines en plastique, la pression devra être maintenue pendant au moins 1 minute. Pour les gaines plates, il n'y a pas besoin d'augmenter la pression.

Après la prise du coulis, les raccords d'injection seront enlevés et on contrôlera au point le plus haut si le remplissage a été complet.

Dans le rapport d'injection, on inscrira en plus des résultats d'essai ce qui suit: date, heure, température de l'air, température de l'ouvrage dans la gaine, température dans le ciment, marque du ciment y compris les additifs, date du coulis, quantité de ciment injectée, nombre de câbles, type de mélangeur, formule par 100 kg, durée de mélange, addition d'eau, facteur E/C, mention du contrôle du point le plus haut.

L'équipement personnel de protection (par ex. protection des yeux, gants) doit être utilisé.

6. Travaux d'achèvement

Toutes les ouvertures et cavités après enlèvement des raccords d'injection et les événements seront obturés avec du mortier sans retrait.

Pour les câbles des catégories b et c de construction de ponts, les raccords d'injection seront fermés en plus par un bouchon ou un capuchon.

Pour les câbles de la catégorie c, les conduites de mesures seront raccordées définitivement et les capots de protection permanents seront montés et remplis. Les conduites de mesures seront tirées vers les coffrets de mesure prévus et raccordées. Les mesures seront ensuite effectuées selon le plan de contrôle, enregistrées et évaluées.

Les niches seront fermées par l'entrepreneur avec un matériau approprié, comme par ex. du béton fin sans retrait.