

BBR VT CONA CMX

Systèmes de torons précontraints par post-tension

Puissants et Polyvalents



A Global Network of Experts
www.bbrnetwork.com



BBR A Global Network of Experts

www.bbrnetwork.com

Notre réseau mondial, le «BBR Network», est reconnu comme étant le groupe phare en matière d'ingénierie de construction spécialisée dans le domaine de la précontrainte par post-tension, des haubans et de l'ingénierie associée aux ouvrages d'art et aux bâtiments. Son esprit d'innovation et son excellence technologique, réunis en 1944 par nos trois fondateurs suisses – Antonio Brandestini, Max Birkenmaier et Mirko Robin Ros – perdurent depuis plus de 75 ans, toujours fondés sur une éthique et un style entrepreneurial qui demeurent inchangés. Depuis ses Bureaux Techniques et son Centre de Développement Commercial situés en Suisse, BBR étend son réseau à travers le monde et collabore avec les meilleurs ingénieurs et techniciens qui mettent en œuvre une technologie de pointe reconnue à l'échelle internationale.

LE RESEAU MONDIAL BBR

Au sein du réseau mondial BBR, une tradition établie, alliée à un fort enracinement local, s'associe à une approche résolument moderne et une connaissance technologique de pointe. A chaque membre du réseau, BBR donne accès aux dernières ressources et avancées technologiques – et facilite le partage d'informations à grande échelle dans le cadre de ses partenariats internationaux. Ces alliances et coopérations mondiales procurent des avantages concurrentiels certains au niveau local pour gérer efficacement, par exemple, les appels d'offres, la mise à disposition d'experts et d'équipements dédiés, ou pour le transfert de notre savoir-faire technique.

LES ACTIVITES DU RESEAU

Chaque membre du BBR Network est reconnu dans son pays par les acteurs du secteur avec lesquels il entretient des relations privilégiées dans sa zone. Chacun possède la structure la mieux adaptée au marché local et propose une panoplie de services dans le domaine de la construction, en plus de son activité principale dans les systèmes de précontrainte par post-tension.

TECHNOLOGIES & MARQUES BBR

Les technologies BBR ont été appliquées à une grande variété de structures, telles que des: – ouvrages d'art, immeubles, cuves cryogéniques pour GNL, barrages, ouvrages maritimes, centrales nucléaires, murs de soutènement, autres cuves, silos, tours, tunnels, installations de traitement des eaux usées, réservoirs d'eau et parcs éoliens. Les labels et marques déposées BBR® – CONA®, BBRV®, HiAm®, HiEx, DINA®, SWIF®, BBR E-Trace et CONNÆCT® – sont mondialement reconnus. Le BBR Network possède une solide réputation d'excellence et d'approche innovatrice – grâce à des milliers d'ouvrages construits avec les technologies BBR. Même si l'histoire de BBR remonte jusqu'en 1944, le BBR Network s'applique avant tout à construire le futur – fort de son esprit d'innovation, son professionnalisme et sa technologie de pointe.

BBR VT International Ltd, située en Suisse, est le siège technique et le centre de développement commercial du BBR Network. Les actionnaires de BBR VT International Ltd sont : BBR Holding Ltd (Suisse), une filiale du Groupe Tectus (Suisse), et KB Spennteknikk AS (Norvège), une filiale du Groupe KB (Norvège) ;

Aucun effort n'a été ménagé pour assurer l'exactitude du contenu de cette publication. Toutefois, l'éditeur BBR VT International Ltd décline toute responsabilité relativement à toute perte découlant de cette information.

© BBR VT International Ltd 2021

Répondre à chaque défi

La gamme de solutions précontraintes par post-tension BBR VT CONA CMX® propose une solution pour tout type de défi rencontré par l'ingénierie de construction : viaducs autoroutiers de grande hauteur ou bien des barrages, la production d'énergie nucléaire ou des stades, des tours ou bien d'énormes dalles sur sol pour d'importants entrepôts de distribution, et bien d'autres applications.

Avec plus de 75 années d'expérience et d'expertise, BBR innove continuellement pour satisfaire ses clients. L'entreprise fut fondée pour créer des méthodes de construction toujours plus efficaces, et ne cesse d'affiner et d'optimiser sa technologie d'ingénierie de construction pour répondre aux exigences évolutives du marché.

Notre technologie CONA CMX a été rigoureusement testée par des laboratoires indépendants et porte la marque de conformité CE qui indique qu'elle bénéficie d'une Evaluation Technique Européenne. Les membres du BBR Network mettent en œuvre notre démarche qualité car tous sont à la fois formés et possèdent l'expertise nécessaire pour identifier et installer le système le mieux adapté au projet.



2	Certification	
5	Une construction efficace et durable	
7	Histoire	
8	BBR systèmes de précontrainte par post-tension	
	BBR VT CONA CMI	10
	BBR VT CONA CME	14
	BBR VT CONA CMF	18
	BBR VT CONA CMM	20
	BBR VT CONA CMB	23
	BBR VT CONA CMO	24
	BBR VT CONA CMW	25
26	Installation : Pratiques professionnelles	
28	Matériaux	
34	Spécifications techniques	
44	Données techniques	

Certification internationale de précontrainte par post-tension

Les kits de précontrainte par post-tension destinés à l'Union Européenne doivent bénéficier d'une Evaluation Technique Européen, obtenue seulement si toutes les procédures d'essais définies sont remplies. Après leur mise sur le marché, ces systèmes approuvés de précontrainte sont soumis à des contrôles permanents de production en usine et à une surveillance indépendante périodique. Ces kits de précontrainte doivent être installés par des sociétés spécialisées dans la précontrainte par post-tension pour assurer une mise en œuvre professionnelle et conforme.

Fondements juridiques

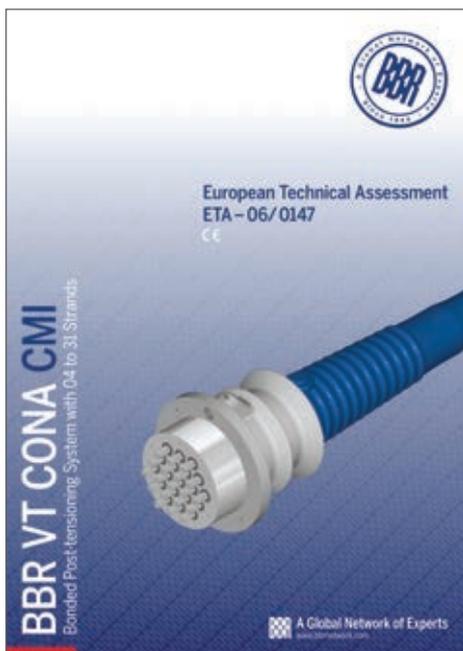
Avec l'introduction de l'Eurocode, et conformément à la Réglementation de produits de construction (DRPC), les produits de construction utilisés dans l'Union Européenne doivent comporter le «marquage CE» – un label obligatoire de conformité. «CE» signifie «Conformité Européenne». Les kits de précontrainte par post-tension ne peuvent obtenir ce marquage CE qu'après avoir reçu une Evaluation Technique Européen (ETE) de l'organisme d'agrément désigné, et après délivrance du Certificat de Conformité par l'organisme notifié. Le guide officiel qui stipule les conditions de délivrance d'une ETE fut publié en 2002 dans le document ETAG 013 puis réactualisé avec le DEE16* «Document d'évaluation européenne relatif aux procédés de précontrainte par post-tension». Il détaille l'ensemble des procédures d'essais qui doivent être satisfaites.

L'Organisation européenne pour l'évaluation technique (EOTA) réunit les organismes d'agrément habilités à délivrer une ETE une fois que les conditions de test présentées dans le document EAD16 ont été remplies, et après finalisation de la consultation européenne. Lors de cette consultation européenne, la documentation technique relative au kit de précontrainte par post-tension, ainsi qu'un récapitulatif des essais effectués, sont adressés à tous les organismes d'agrément habilités par l'Union Européenne. Une ETE est délivrée au titulaire de kit de précontrainte par post-tension et désigne l'usine de production des éléments de ce kit. Depuis 2008, l'utilisation de procédés par post-tension avec marquage CE est obligatoire dans toute l'Europe, et l'utilisation de l'Eurocode est obligatoire depuis 2010. Les dispositions relatives aux



* ETAG 013 a été remplacé par EAD16, avec lequel les produits BBR sont conformes.

kits de précontrainte ayant reçu l'agrément européen, s'appliquent à une vie utile présumée du système de précontrainte par post-tension de 100 ans. Le certificat de conformité CE stipule que la production de chaque élément est assujettie à une surveillance continue par une autorité indépendante (organisme notifié), qui vérifie que les éléments fabriqués sont conformes aux éléments décrits dans l'ETE correspondant.



European Technical Assessment		ETA-06/0147 of 30.10.2017
General part		
Technical Assessment Body issuing the European Technical Assessment	Osterreichisches Institut für Bautechnik (OIB) Austrian Institute of Construction Engineering	
Trade name of the construction product	BBR VT CONA CMI – Bonded Post-tensioning System with 04 to 31 Strands	
Product family to which the construction product belongs	Post-tensioning kit for prestressing of structures with internal bonded strands	
Manufacturer	BBR VT International Ltd Ringstrasse 2 8603 Schwerzenbach (ZH) Switzerland	
Manufacturing plant	BBR VT International Ltd Ringstrasse 2 8603 Schwerzenbach (ZH) Switzerland	
This European Technical Assessment contains	61 pages including Annexes 1 to 32, which form an integral part of this assessment.	
This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of	ETAG 013, Guideline for European technical approval for Post-Tensioning Kits for Prestressing of Structures, edition June 2002, used according to Article 66 (3) of Regulation (EU) No 305/2011 as European Assessment Document.	
This European Technical Assessment replaces	European Technical Assessment ETA-06/0147 of 31.05.2016.	



Dispositions habituelles d'essais

EAD16 "European Assessment Document of Post-Tensioning Kits for Prestressing of Structures" détaille les essais à échelle réelle auxquels le kit de précontrainte par post-tension doit être soumis. Les dispositions fondamentales des essais incluent ce qui suit :

Essais de traction statique pour chaque type d'ancrage et de coupleur

– Une armature de précontrainte complète est tout d'abord mise en tension à 80 % de sa résistance ultime à la traction (RUT) à l'aide d'un appareil de mise en tension. Puis, la charge de 80 % de RUT est maintenue pendant deux heures avant que le câble ne soit contraint jusqu'à la rupture par une machine d'essai externe. Des taux d'efficacité d'au moins 95 % de la résistance ultime à la traction du câble et de 2 % de résistance à l'élongation doivent être atteints.

Essais de fatigue pour chaque type d'ancrage et de coupleur

– L'agrément est soumis à la bonne exécution de deux millions de cycles de charge avec une étendue des contraintes de 80MPa sans défaillance en rupture par fatigue des éléments d'ancrage, et sans que la section transversale de l'élément de traction ne perde plus de 5 %. Les essais de fatigue sur ces procédés de précontrainte sont une nouvelle exigence dans de nombreux pays et il est important de détailler les composants de l'ancrage ainsi que le raccordement au conduit.

Essais de transfert des charges pour chaque type d'ancrage et résistance du béton

– Pendant cet essai, les éléments d'ancrage, y compris les armatures et le béton concernés dans leur dimension requise pour une résistance donnée, sont soumis à 10 cycles de charge entre 12 % et 80 % RUT, avant que l'ensemble ne soit chargé jusqu'à la rupture. Une efficacité d'au moins 110 % RUT doit être atteinte.

D'autres essais obligatoires sont décrits dans l'EAD16 – comme des essais d'assemblage et d'injection de coulis, ainsi qu'un éventail complet d'essais pour des applications spécifiques, par exemple sur la selle en vue de précontrainte extérieure ou sous conditions cryogéniques.

BBR E-Trace

BBR E-Trace - un logiciel pour Internet développé par nos équipes - est une plateforme exhaustive de commerce en ligne ainsi qu'un outil pour la gestion de l'assurance qualité. BBR E-Trace propose également des bases de données d'ingénierie intégrant le **contrôle de la production en usine**. Elle relie tous les membres du réseau mondial BBR, y compris les spécialistes en précontrainte BBR, les fabricants de composants BBR et BBR VT International, détenteur de l'ETE.

Cette plateforme guide les utilisateurs dans la démarche qualité et assure que chaque étape soit documentée et enregistrée : commandes, gestion des stocks, réception des livraisons avec bordereaux, gestion sur site. La plateforme facilite le travail quotidien de chaque membre du BBR Network et offre un outil indispensable pour une gestion efficace de la chaîne d'approvisionnement.

La plateforme E-Trace BBR nous permet essentiellement d'atteindre 100% de traçabilité de chaque composant fabriqué, sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, et donc d'assurer un contrôle complet de la production en usine pour obtenir le marquage CE.

Contrôle de la production en usine

EAD16 spécifie les fréquences minimales des contrôles de la production à effectuer : par exemple 100 % pour les contrôles de matériel, 5 % pour le contrôle des dimensions, et 100 % pour la vérification visuelle.

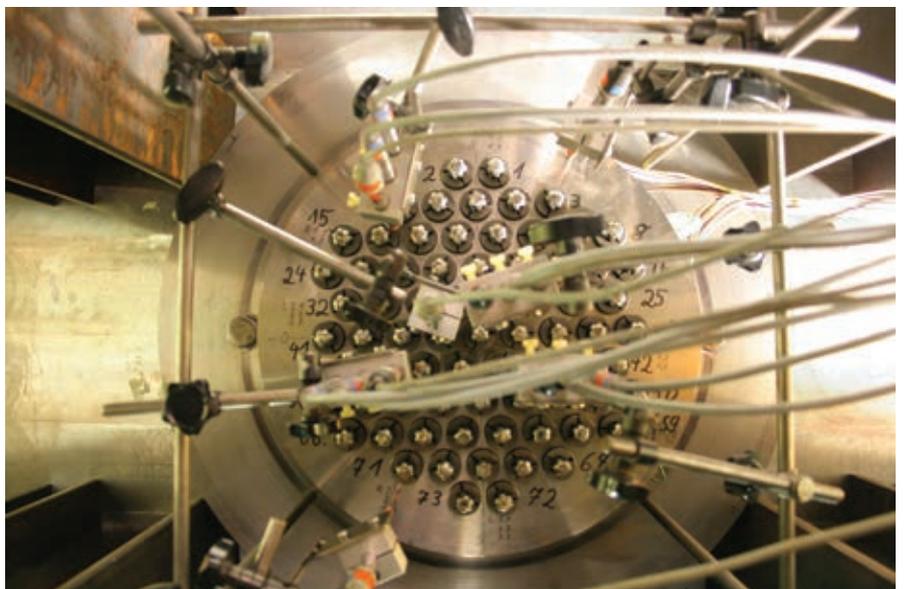
Leur conformité et l'observance de toute la procédure de production en usine font l'objet de vérifications approfondies par l'organisme notifié et toute non-conformité doit être rectifiée avant l'obtention du marquage CE.

Pendant la période de validité de l'ETE, l'organisme notifié continue à exercer un contrôle approfondi de la production – en plus des audits et tests menés par le fabricant du kit :

- le détenteur de l'ETE ainsi que le fabricant du kit sont soumis à un audit annuel
- chaque fabricant de composant est soumis à un audit pendant les cinq années de validité de l'ETE
- les composants du kit sont prélevés sur site chaque année et soumis à des vérifications de leur efficacité mécanique et à des essais indépendants.

Ces dispositions offrent la garantie d'une qualité adéquate et de la conformité des composants du kit livrés sur le chantier.

CE



Sociétés BBR spécialisées en précontrainte

Les kits de précontrainte par post-tension qui ont bénéficié d'une évaluation européenne et du marquage CE doivent être installés par des sociétés certifiées expertes dans le domaine de la précontrainte par post-tension. Ces sociétés BBR spécialisées dans la précontrainte par post-tension sont responsables, sous le contrôle du détenteur de l'ETE, de la conformité avec toutes les réglementations indiquées dans les agréments techniques de ces kits, ainsi qu'aux normes et réglementations en vigueur sur le site d'installation, et doivent assurer la mise en œuvre professionnelle des travaux de précontrainte, y compris pour les points clés suivants:

- la logistique et la livraison du kit complet sur le site de construction
- un service exhaustif pour l'assemblage et l'installation du kit
- une assurance qualité et la validation que tous les règlements de santé et de sécurité en vigueur sont respectés.

Le personnel responsable des sociétés BBR spécialisées dans la précontrainte par post-tension doit suivre une formation continue sur l'utilisation des kits et être accrédité par le détenteur de l'ETE qui est, en l'occurrence, BBR VT International Ltd.



Un passeport international qui garantit la meilleure qualité

L'Evaluation Technique Européenne et le marquage CE représentent un passeport international pour les kits de précontrainte par post-tension. L'installation par des sociétés spécialisées BBR accréditées et responsables du système BBR VT CONA CMX de précontrainte par post-tension avec marquage CE, est l'assurance de la meilleure qualité et garantit aux propriétaires des structures la mise en œuvre de produits à la pointe de la technologie qui, de par leur haute qualité, offrent le niveau de sécurité requis.

Les caractéristiques majeures de tous les procédés de précontrainte par post-tension avec marquage CE sont résumées dans l'ETE dédiée - le document technique de référence - qui définit comment le procédé doit être mis en œuvre. Le document intégral de l'ETE est mis à la disposition des concepteurs, des ingénieurs, des Maîtres d'Œuvre, des entreprises de travaux publics spécialisées, des clients et des donneurs d'ordre.



Une construction efficace et durable

La précontrainte par post-tension est un procédé exceptionnellement ingénieux qui renforce le béton pendant la construction – et peut même, parfois, permettre la construction d’une structure qui serait autrement impossible. Mais elle peut également être combinée à d’autres matériaux structuraux, comme l’acier, la maçonnerie et le bois. Ce procédé de précontrainte par post-tension permet un renforcement actif et la mise en tension d’une structure en béton dans les parties où les charges la soumettent à des contraintes de traction.

Depuis sa première mise en œuvre au début des années 1950, cette technologie BBR de précontrainte par post-tension a progressé de manière significative – et tout particulièrement dans les domaines de la performance, de l’assurance qualité et de la durabilité - mais aussi en matière de protection contre la corrosion. Depuis quelques décennies, des avancées fulgurantes dans les procédés par post-tension en font un élément de construction essentiel utilisé pour les ouvrages d’art, les immeubles, les stades, les barrages, les centrales nucléaires, les parcs éoliens, les cuves cryogéniques pour GNL, les silos, les installations de traitement des eaux usées, les réservoirs d’eau, les ouvrages maritimes, les murs de soutènement, les tours et les tunnels.



La pré-tension



La post-tension intérieure adhérente ou non adhérente



La post-tension extérieure

La post-tension comparée à la pré-tension

Un béton précontraint est obtenu par deux procédés : la post-tension ou la pré-tension. Cependant, les systèmes qui utilisent la pré-tension sont pré-fabriqués à l’usine et se limitent à des armatures en forme de harpe, circulaires ou droites. De plus, l’utilisation de ce procédé dans des structures continues reste très limitée.

La post-tension, en revanche, permet presque toutes les formes et s’adapte à quasiment toutes les spécifications, quelle que soit la conception de l’ouvrage. Adhérente ou non adhérente, intérieure ou extérieure, la précontrainte par post-tension est habituellement appliquée sur le site et offre une protection bien supérieure contre la corrosion.

La post-tension intérieure comparée à extérieure

Les armatures de précontrainte installées dans le coffrage avant la coulée du béton sont appelées «câbles intérieurs».

Quant aux câbles dits «extérieurs», ils sont placés sur la surface externe des structures en béton. Ce type de mise en post-tension permet un accès pour les besoins d’entretien ou de remplacement. Ainsi, c’est la meilleure solution à retenir pour la maintenance, la réparation et la révision (MRR) des ouvrages d’art notamment, mais peut également être appliquée à d’autres types de structures.

La post-tension intérieure adhérente comparée à non adhérente

Les procédés de précontrainte par post-tension intérieure adhérente peuvent utiliser des armatures à un seul fil d’acier (mono-toron) ou à plusieurs fils d’acier (multi-torons). Ces armatures ou câbles sont insérés dans un conduit métallique ou plastique incorporé dans le béton. En remplissant ce conduit d’un coulis de ciment spécifique, l’armature de précontrainte ou le câble «adhère» au béton qui l’entoure. Le coulis injecté crée un environnement alcalin qui assure la protection de l’acier de précontrainte contre la corrosion. Dans le cas de précontrainte par post-tension non adhérente du béton, chaque câble maintient une liberté de mouvement permanente par rapport au béton qui l’entoure.

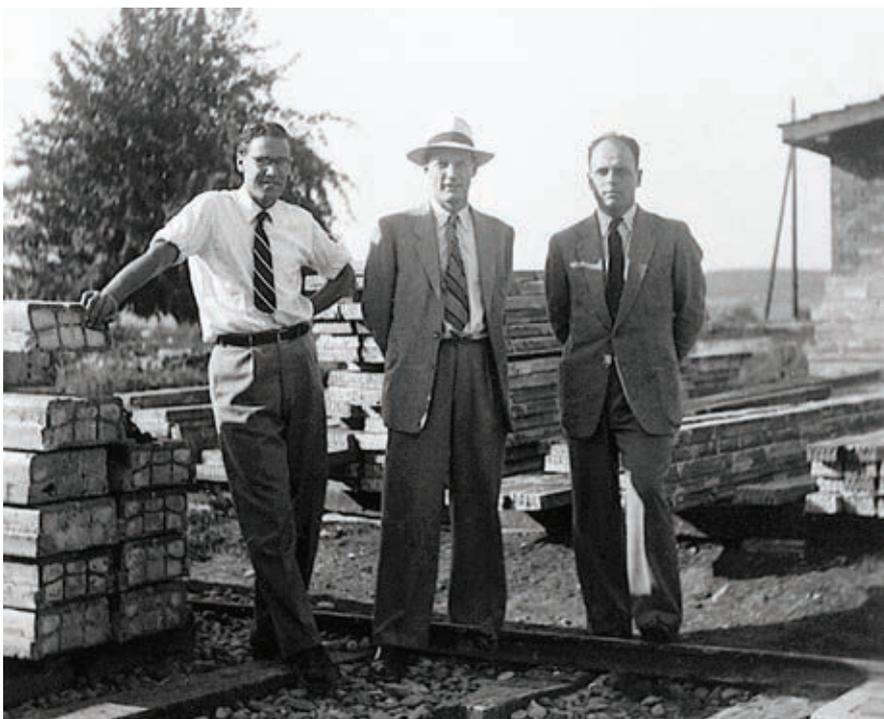
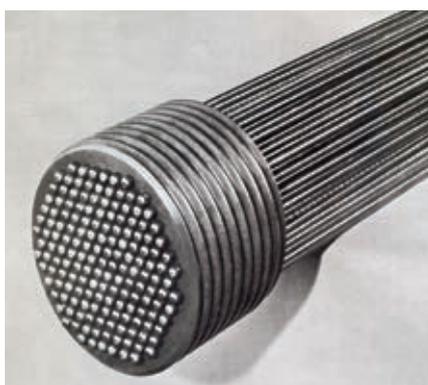




Une histoire solide, un avenir innovant

BBR, initialement une société d'ingénierie de construction fondée il y a plus de 70 ans, a bénéficié du même succès durable que la technologie qu'elle propose. Fort d'une solide réputation construite depuis 75 années, la technologie de précontrainte par post-tension BBR est appliquée à des milliers de structures et ouvrages de génie civil.

La longue histoire d'innovation et de développement du BBR Network débuta pendant la deuxième guerre mondiale. Max Birkenmaier, Antonio Brandestini et Mirko Robin Ros avaient étudié en partenariat les économies que procure l'utilisation du renforcement par précontrainte des éléments porteurs en béton. Ainsi, BBR développa et produisit une configuration d'ancrage à tête bombée à partir de fils en acier étirés à froid offrant une haute résistance à la traction. Cette méthode d'ancrage fut appelée BBRV. Dans les années 1950, ce «Kit» suisse BBRV était le seul système fiable de précontrainte disponible dans le secteur de la construction. Dans un deuxième temps, BBR développa une gamme complète de systèmes de précontrainte et de post-tension pour répondre à tous les besoins d'ingénierie structurale. Depuis ces premières mises en œuvre, il y a eu de nombreuses exemples d'innovations supplémentaires qui furent couronnées de succès. L'engagement sans relâche du BBR Network dans les innovations techniques majeures perdure et perdurera à l'avenir.



- 1944** La société fut fondée par Max Birkenmaier, Antonio Brandestini et Mirko Robin Ros
- 1945** Le premier produit BBR - la poutrelle précontrainte - fut commercialisé
- 1948** Brevet pour le système de précontrainte à tête bombée BBRV
- 1955** Construction du premier grand projet de pont – le Viaduc d'Andelfingen
- 1965** Début de la précontrainte des réservoirs nucléaires à travers le monde
- 1972** Développement du système de précontrainte par post-tension BBR CONA PT
- 1985** Projet de construction de l'ouvrage d'art le plus important au monde - la Chaussée du Bahreïn en Arabie Saoudite
- 1996** Premier pont au monde à utiliser la technologie de haubans de carbone – Storchenbrücke, Suisse
- 2005** Lancement des dernières séries BBR VT CONA CMX PT ayant reçu l'agrément européen et le marquage CE
- 2009** Lancement de BBR E-Trace, la plateforme de commercialisation innovante et d'assurance qualité pour les systèmes CONA CMX
- 2016** Lancement de la nouvelle génération de BBR VT CMX perfectionnée : Câbles isolés électriquement, cryogénique, CMF S2 et CMM S2
- 2018** Lancement de la chaîne d'approvisionnement mondiale optimisée



Les avantages majeurs offerts par la série BBR VT CONA CMX sont :

- homologation européenne et marquage CE
- le système modulaire offre une grande flexibilité de conception
- le système d'ancrage est le plus compact et le plus léger
- la mise en tension est complète pour un béton ayant le plus bas taux de résistance
- la plus large gamme – de 173 kN à plus de 20 000 kN
- solution économique de haute qualité

BBR VT CONA CMX systèmes de précontrainte par post-tension

La dernière technologie en kits de précontrainte par post-tension avec marquage CE

Le BBR Network propose une gamme complète de systèmes de précontrainte pour satisfaire toutes les applications possibles dans le bâtiment et travaux publics d'ingénierie structurelle et de génie civil. La gamme de précontrainte par post-tension BBR VT CONA CMX – procédé bénéficiant d'un Evaluation Technique Européenne – est très versatile et installé à travers le monde par le BBR Network. Son concept modulaire permet de configurer facilement le kit CONA CMX pour satisfaire toutes sortes de besoins très spécifiques. C'est pourquoi, seules les configurations les plus courantes seront décrites dans cette brochure. Veuillez contacter le siège BBR en Suisse ou votre représentant BBR Network local pour aborder vos besoins particuliers.

La gamme modulaire de précontrainte par post-tension BBR VT CONA CMX comprend cinq procédés majeurs et plusieurs systèmes d'ancrage complémentaires :

- **BBR VT CONA CMI**
Procédé de précontrainte par post-tension intérieure
- **BBR VT CONA CME**
Procédé de précontrainte par post-tension extérieure
- **BBR VT CONA CMF**
Procédé de précontrainte par post-tension avec ancrage plat
- **BBR VT CONA CMM**
Procédé de précontrainte par post-tension mono-toron
- **BBR VT CONA CMB**
Procédé de précontrainte par post-tension à bandes
- **BBR VT CONA CMO**
ancrage de précontrainte par post-tension dit "Onion"

BBR VT CONA CMX	CMI	CME	CMF	CMM	CMB
Document ETE	06/0147 09/0286 09/0287	07/0168	12/0076	06/0165	10/0065
Gamme	01-73 ¹⁾	01-73 ¹⁾	02-06	01-04	01-16
Compatibilité des torons (en pouces)	0.5 / 0.6	0.5 / 0.6	0.5 / 0.6	0.5 / 0.6 / 0.6C ²⁾	0.6 / 0.6C ²⁾

Usage

Poutre	Interne	Adhérent	●	–	●	●	–
		Non adhérent	●	–	●	●	–
Externe	Unbonded	–	●	–	–	●	–
		Jointoyé non adhérent	–	● ³⁾	–	–	–
Dalle	Interne	Adhérent	●	–	●	●	–
		Non adhérent	●	–	●	●	–
Câbles isolés électriquement			●	●	–	–	–
Cryogénique			●	–	–	–	●

Ancrage et Coupleur

Précontraint (S)			●	●	●	●	●
Fixe (F)			●	●	●	●	●
Hors tension (D)			△	–	△	△	–
Coupleur (K, H ou T)			●	●	●	●	–
Ancrage	Monolithique (-)		–	–	–	●	–
	Tromplaque d'appui (BT)		●	●	●	–	–
	Plaque carrée (SP)		●	●	–	–	●
Intermédiaire (I)			–	–	–	●	–

Protection anti-corrosion

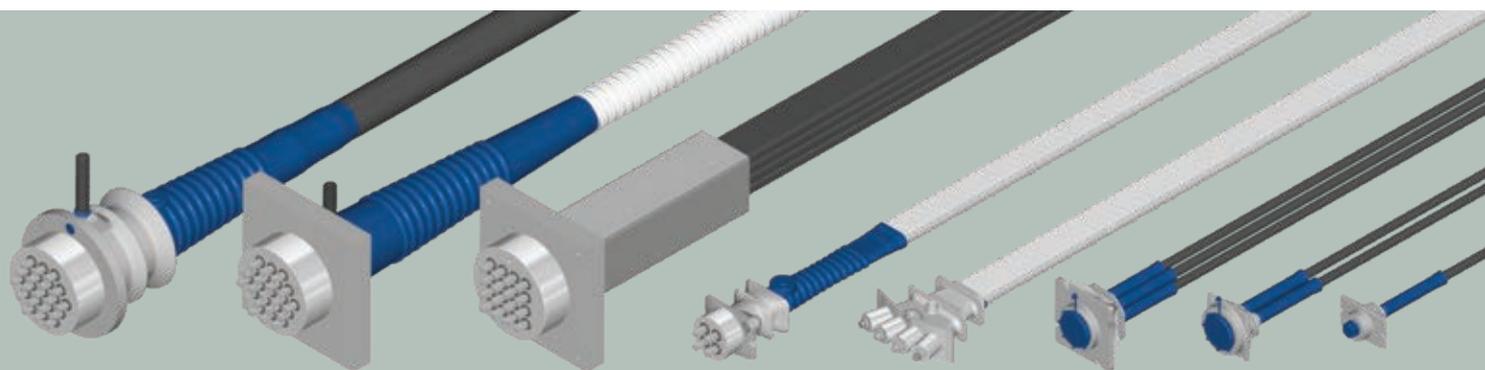
Conduit	Acier	Ondulé	●	●	●	●	–
		Lisse	▲	●	▲	●	–
	Plastique	Ondulé	●	●	●	●	–
		Lisse	▲	●	▲	●	● ⁴⁾
Conduit BBR		Ondulé	●	●	●	●	–
Mono-toron ³⁾			△	●	●	●	●
Filler	Coulis BBR		●	●	●	●	–
	Graisse		●	●	●	●	–
	Cire		●	●	●	●	–
Niveau de protection (fib)	PL1		●	●	●	●	●
	PL2		●	●	●	●	●
	PL3		●	●	–	–	–

Page	10	14	18	20	23
------	----	----	----	----	----

● Standard ▲ Standard pour les applications non adhérentes. Soumis aux réglementations pour les applications adhérentes en vigueur dans la zone d'utilisation △ Soumis aux réglementations en vigueur dans la zone d'utilisation

1) Jusqu'à 91 torons sur demande. 2) Toron compacté de 15,2mm², 1 820 MPa.

3) Mono-toron avec cire/lubrifiant et gaine PEHD fournis par l'usine. 4) Gaine par bande spécifique



BBR VT CONA CMI

Système de précontrainte par post-tension interne adhérente ou non adhérente

Configuration d'ancrage

Le système CONA CMI BT (tromplaque d'appui) emploie un procédé avancé et exclusif de transfert des charges tri-dimensionnel qui permet de minimiser la distance entre le centre et le bord externe des torons et d'appliquer la charge en post-tension complète avec des résistances de béton très basses. Le système d'ancrage propose un centrage automatique sur la tête d'ancrage qui facilite l'installation. Le port d'accès pour scellement peut être placé soit à l'avant ou bien sur la partie supérieure du coffrage. CONA CMI est compatible avec des conduits soit en acier, soit en plastique.

Pour transférer les charges au béton, il est possible d'utiliser CONA CMI BT pour des câbles de 02 à 61 torons.

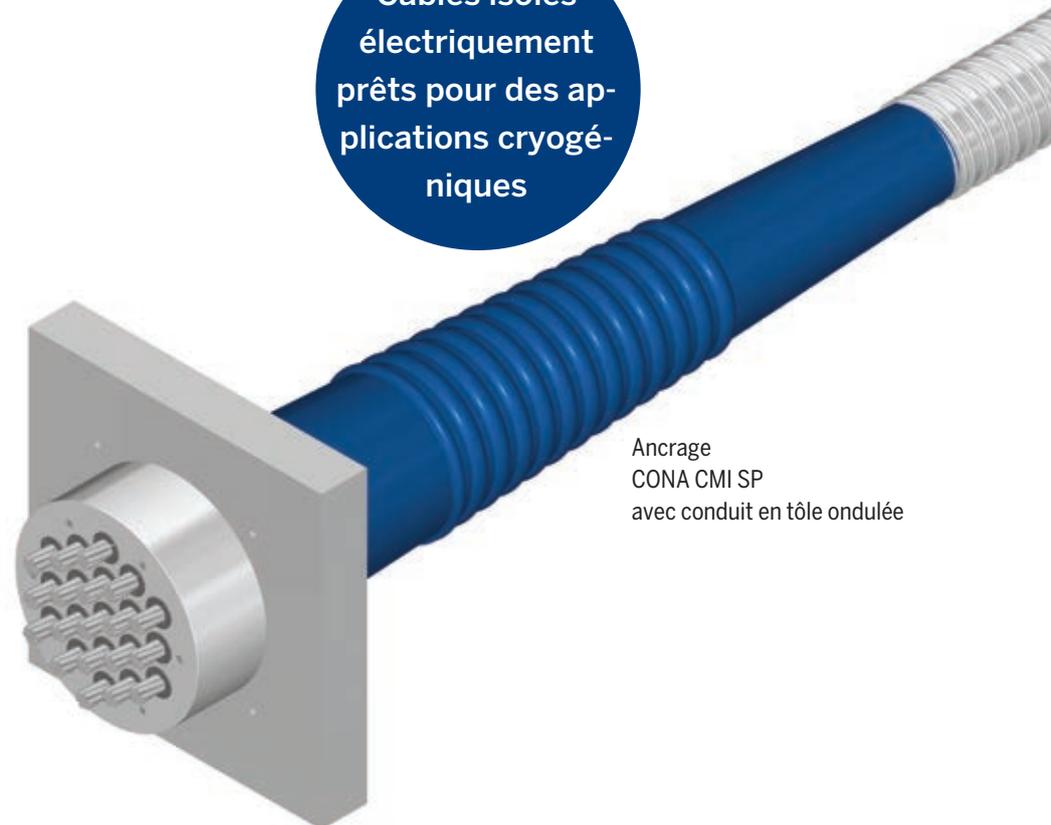
Le système CONA CMI SP (plaque carrée) est plus traditionnel et offre un transfert uni-directionnel des charges au béton permettant ainsi une adaptabilité pour une variété de travaux.

Pour transférer les charges au béton, il est possible d'utiliser CONA CMI SP pour des câbles de 01 à 73 torons.



Ancrage
CONA CMI BT avec
conduit plastique BBR VT

Câbles isolés
électriquement
prêts pour des ap-
plications cryogé-
niques



Ancrage
CONA CMI SP
avec conduit en tôle ondulée

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.5" and 0.6"

Taille des câbles (torons)

01 - 73 *

Plages de charge

173 - 20,367 kN

Résistance du béton lors de la mise en tension

19/23 MPa

* pour des tailles supérieures, veuillez contacter votre représentant BBR le plus proche

Coupleurs passifs et actifs

Les câbles CONA CMI peuvent être raccordés en utilisant les coupleurs exclusifs qui peuvent être utilisés soit comme coupleur d'ancrage actif pour la mise en tension, soit comme coupleur d'ancrage passif. Les coupleurs BBR possèdent une plaque de fixation spécialement conçue pour sécuriser les cales dans les zones non-accessibles.

CONA CMI Coupleur K

Le type K est un coupleur à plan unique est la solution idéale pour des projets sans contraintes d'espace. Ce coupleur de recouvrement est disponible pour des câbles allant de 2 à 31 torons (dimensions supérieures disponibles sur demande).



Coupleur K
CONA CMI BT

CONA CMI Coupleur H

Le type H est un coupleur à deux plans qui offre une solution bien plus compacte lorsque la structure présente une profondeur limitée. Ce coupleur est disponible pour des câbles allant de 1 à 73 torons.



Coupleur H
CONA CMI BT

Coupleur mobile

Le coupleur mobile sert à allonger les câbles non tendus et l'élongation des câbles lors de la mise en tension est obtenue par un caisson cylindrique de coffrage installé à l'emplacement du coupleur, puis adaptée à l'élongation voulue. Des coupleurs mobiles peuvent être utilisés pour raccorder des câbles continus au joint de construction. Les deux types de coupleurs proposent une version mobile.



Coupleur mobile BK
CONA CMI



Coupleur mobile BH
CONA CMI

Fonctions supplémentaires :

- ✓ Ancrage pour mise en tension
- ✓ Ancrage fixe accessible
- ✓ Ancrage fixe non-accessible
- ✓ Câbles échangeables
- ✓ Câbles pouvant être remis en tension
- ✓ Câbles électriquement isolés
- ✓ Câbles cryogéniques
- ✓ Câbles en boucle

Dimensions de câbles disponibles

Type de torons

in	05		06	
mm ²	93	100	140	150
MPa	1,860	1,860	1,860	1,860

Dimensions des câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]			
	05	06	06	06
01	173	186	260	279
02	346	372	521	558
03	519	558	781	837
04	692	744	1,042	1,116
05	-	-	1,302	1,395
06	-	-	1,562	1,674
07	1,211	1,302	1,823	1,953
08	-	-	2,083	2,232
09	-	-	2,344	2,511
12	2,076	2,232	3,125	3,348
13	-	-	3,385	3,627
15	-	-	3,906	4,185
16	-	-	4,166	4,464
19	3,287	3,534	4,948	5,301
22	-	-	5,729	6,138
24	-	-	6,250	6,696
25	-	-	6,510	6,975
27	-	-	7,031	7,533
31	5,362	5,766	8,072	8,649
37	-	-	9,635	10,323
42	-	-	10,937	11,718
43	-	-	11,197	11,997
48	-	-	12,499	13,392
55	-	-	14,322	15,345
61	-	-	15,884	17,019
69	-	-	17,968	19,251
73	-	-	19,009	20,367



CMI usages optionnels

BBR VT CONA CMI câbles isolés électriquement

Le câble, CONA CMI, isolé électriquement et conforme aux normes européennes, est le procédé de post-tension multi-torons le plus avancé qui élimine la pénétration de chlorures et empêche les courants vagabonds d'occasionner la corrosion électrochimique de l'acier. Ces câbles présentent la meilleure solution pour une grande variété de structures, et sont surtout recommandés pour les projets maritimes et les structures ferroviaires. Les câbles isolés électriquement de la gamme CONA CMI EIT sont le complément idéal pour les applications qui requièrent à la fois une sécurité optimisée, une protection contre la corrosion, un contrôle qualité, une durabilité ainsi qu'une surveillance à long terme des câbles de précontrainte par post-tension. Lorsqu'il est combiné à une méthode simple et non-destructrice de mesures continues de l'impédance des câbles, ceci représente le procédé de post-tension suprême pour atteindre le plus haut niveau de protection - PL3 selon les recommandations de la fib (Fédération internationale du béton). Les tailles standards de câbles varient de

01 à 31 torons, tandis que des dimensions supérieures sont disponibles sur demande. Le système est optimisé pour des torons de 15,7mm, 1 860MPa, mais convient également pour des torons ayant un diamètre de 0,5 pouces. Le système CONA CMI EIT devrait être utilisé avec des conduits BBR VT en plastique ondulé (voir page 30), pour éviter toute pénétration de chlorures, en associé à un coulis BBR haute performance. Le coupleur BBR Type H convient au système de câbles BBR isolés électriquement (voir pages 11 et 45).

Caractéristiques principales :

- ✓ Ancrage pour mise en tension
- ✓ Ancrage fixe accessible
- ✓ Ancrage fixe non-accessible
- ✓ Câbles échangeables
- ✓ Conforme à Astra 12 010, EAD16 et au Bulletin 75 (fib)



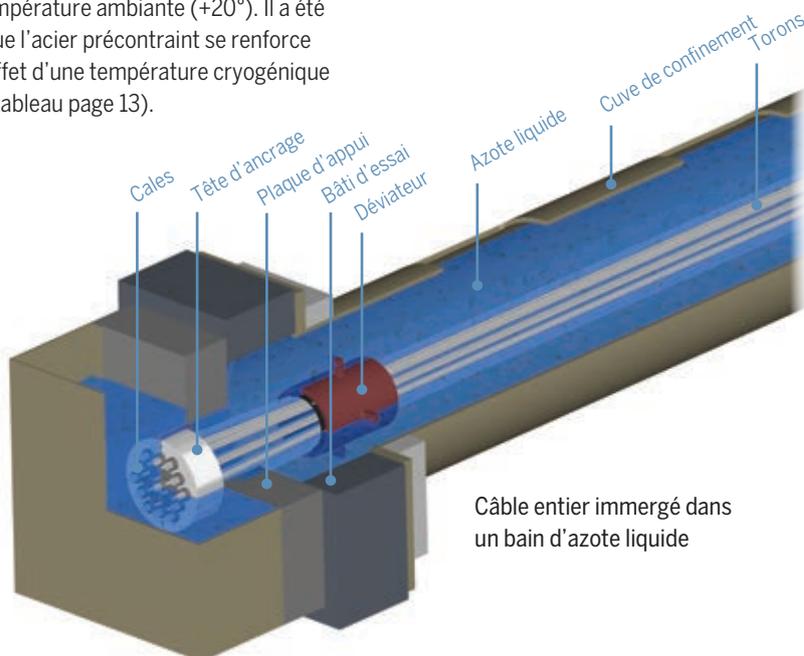
Ancrage CONA CMI EIT avec conduit plastique BBR VT

BBR VT CONA CMI Cryogénique

BBR est reconnue comme une société phare dans le domaine de la précontrainte par post-tension pour les réservoirs GPL/ GNL. Le système BBR VT CONA CMI, conçu pour les applications cryogéniques, propose des caractéristiques adaptées pour les parois internes et externes des cuves, là où les câbles sont disposés à la verticale ou à l'horizontale. L'Organisation européenne pour l'évaluation technique (EOTA) établit la référence pour les produits de précontrainte par post-tension appliqués aux conditions cryogéniques et, comme attendu, le système BBR VT CONA CMI est non seulement conforme, mais dépasse toutes les exigences. La méthode d'essai cryogénique s'applique habituellement à un seul ancrage refroidi à une température cryogénique pour vérifier la performance des systèmes de précontrainte par post-tension de ces applications. Cependant, cette méthode ne permet pas de vérifier la ductilité des procédés soumis à des conditions cryogéniques. Quand un seul ancrage est immergé dans un bain d'azote liquide, les éléments de

précontrainte (torons) situés aux extrémités de l'échantillon testé subissent des conditions thermiques différentes. La partie proche de l'ancrage immergé est soumise à une température cryogénique (-196°) tandis que le reste du câble - relativement éloignée de la zone de refroidissement - se rapproche de la température ambiante (+20°). Il a été établi que l'acier précontraint se renforce sous l'effet d'une température cryogénique (voir le tableau page 13).

Ainsi, la résistance ultime se produit là où le câble est à température ambiante (voir point A du diagramme), tandis que, à ce niveau de charge, la partie du câble immergée dans le bain d'azote liquide préserve son comportement élastique / linéaire (voir point B).



Câble entier immergé dans un bain d'azote liquide

Cela implique que la force de résistance ultime obtenue ($f_{max, \text{ambient}}$) n'atteigne jamais le point de rupture d'un câble soumis à une température cryogénique ($f_{p0.1, \text{cryogénique}}$). A l'issue de cet essai, la performance ductile du système de précontrainte par post-tension soumis à des conditions cryogéniques n'est pas vérifiée.

Ainsi, le département R&D de BBR a conduit des tests supplémentaires qui ont permis d'établir la ductilité du procédé de précontrainte BBR VT CONA CMI avec une armature anti-éclatement de qualité normale. Ces essais prouvent que le système CONA CMI est totalement conforme au régime d'essais EAD16 sous conditions cryogéniques, soit temporaires, soit permanentes, sans avoir recours à un renforcement à température basse onéreux, ce qui permet une économie significative en termes de matériaux.

*Voir également "BBR Network LNG Tanks Reference List brochure".

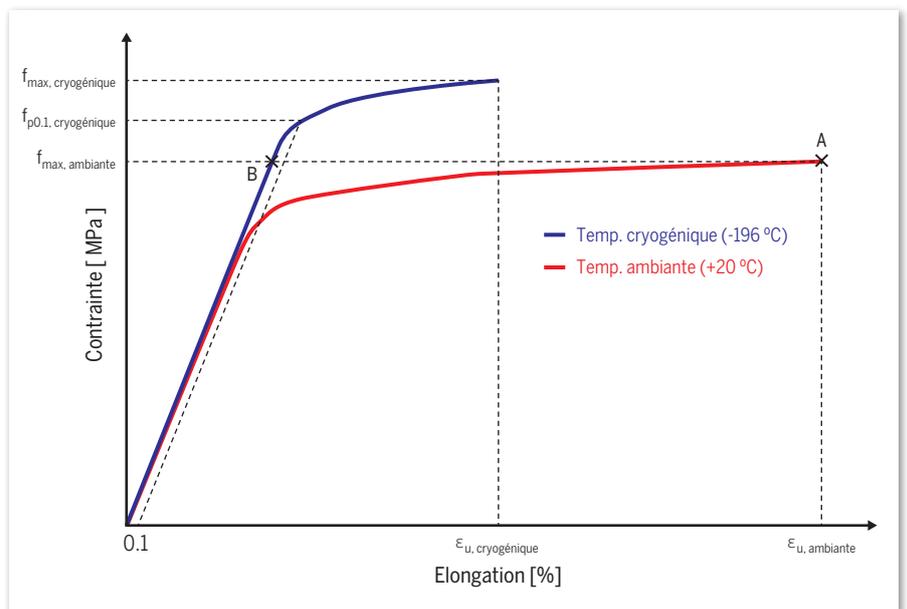


Schéma 1: résultats de l'essai de traction statique qui compare des câbles précontraint par post-tension soumis à différentes températures

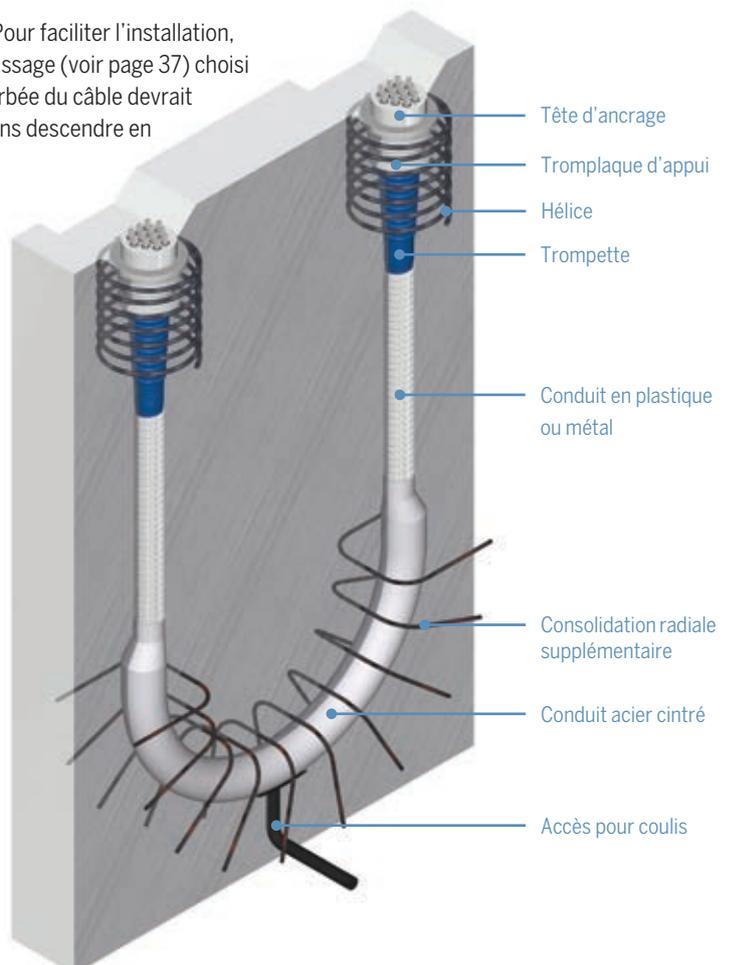
Câble en boucle BBR

Les câbles en boucle sont souvent utilisés en l'absence d'accès à un butoir d'extrémité – par exemple pour la précontrainte par post-tension verticale des cuves et silos. Dans ce cas, la partie droite du câble est à l'intérieur du paroi en béton tandis que la boucle se situe dans la base de la cuve. Bien qu'il est possible de placer l'extrémité des torons de précontrainte par post-tension dans la base de la cuve, les armatures en acier sont souvent congestionnées dans cette zone, ce qui rend problématique l'ajout de l'extrémité des torons dans cette zone.

L'utilisation du système de câble en boucle BBR réduit cette congestion à la base de la cuve et permet de minimiser l'ancrage puis la mise en tension vers la partie supérieure de la cuve. Des rayons minimums de courbure, jusqu'à 0,7m sont possibles, ce qui représente un rayon minimal de pliure nettement moindre que pour un toron de précontrainte normal.

Grâce à ces rayons de courbure réduits, la pression de contact entre les torons et le conduit augmente sensiblement ; $p_{R, \text{max}} > 800$ kN/m. Concernant la partie droite du câble, il est possible d'utiliser des conduits ondulés en acier ou en plastique, tandis qu'un conduit lisse en acier sera choisi pour la portion courbée afin de dissiper des pressions de

contact élevées. Pour faciliter l'installation, le degré de remplissage (voir page 37) choisi pour la partie courbée du câble devrait être très basse sans descendre en dessous de 0,25.



BBR VT CONA CME

Système de précontrainte par post-tension extérieure

Configuration d'ancrage

Les composants principaux de la zone d'ancrage du système CONA CME sont les clavettes, la tête d'ancrage, l'élément de transfert des charges et la trompette. Dans la zone d'ancrage, le conduit est connecté à la trompette et le faisceau de torons est diffusé vers la tête d'ancrage où chaque toron est bloqué individuellement par des clavettes BBR spécifiques.

Pour transférer les charges au béton, le procédé CONA CME BT (trompette d'appui) peut être utilisé pour des câbles de 2 à 61 torons, et le procédé CONA CME SP (plaque carrée) pour des câbles de 1 à 73 torons.

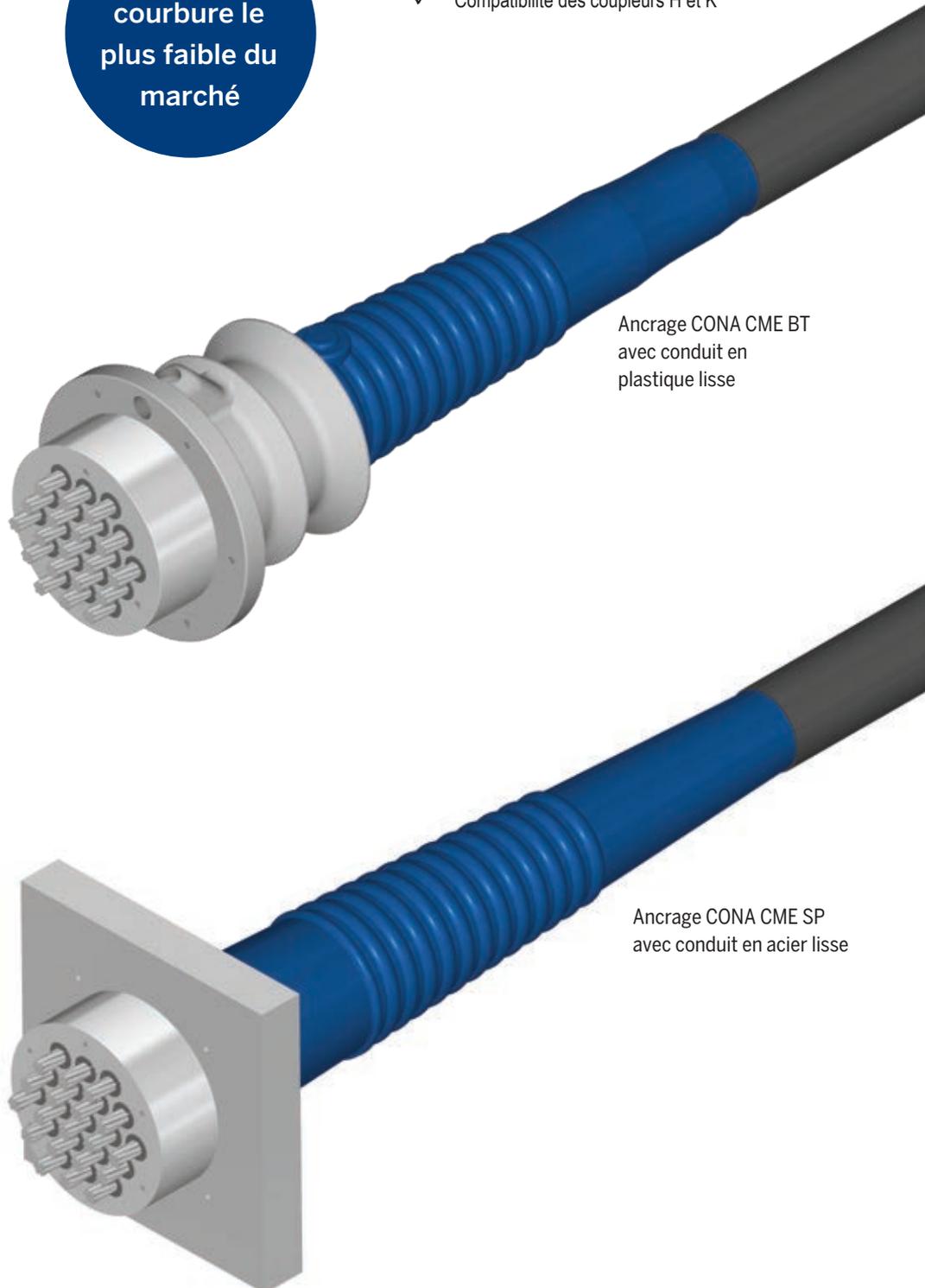
Déviateur / selle

Le déviateur/selle est un élément spécifique au procédé de précontrainte extérieure. Ce déviateur transfère les efforts transversaux générés par le câble à la structure et offre une surface lisse aux câbles. Le déviateur peut être fabriqué en béton, en acier, en PEHD ou un matériel équivalent.

Rayon de courbure le plus faible du marché

Caractéristiques supplémentaires :

- ✓ Ancrage pour mise en tension
- ✓ Ancrage fixe accessible
- ✓ Ancrage fixe non-accessible
- ✓ Câbles échangeables
- ✓ Remise en tension des câbles
- ✓ Câbles isolés électriquement
- ✓ Compatibilité des coupleurs H et K



Ancrage CONA CME BT avec conduit en plastique lisse

Ancrage CONA CME SP avec conduit en acier lisse

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.5" and 0.6"

Taille des câbles (torons)

01 - 73 *

Plages de charge

260 - 20,367 kN

Résistance du béton lors de la mise en tension

19/23 MPa

* pour des tailles supérieures, veuillez contacter votre représentant BBR le plus proche

Coupleur

Bien que moins usité pour les câbles extérieurs, le couplage de câbles CONA CME peut s'effectuer avec le coupleur de recouvrement exclusif du Type K pour des câbles ayant 2 à 31 torons (dimensions supérieures sur demande) ou avec le coupleur manchon de Type H pour 1 à 73 torons.



Coupleur K
CONA CME



Coupleur H
CONA CME



Dimensions de câbles disponibles

Type de torons

in	06	
mm ²	140	150
MPa	1,860	1,860

Dimensions des câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]	
01	260	279
02	521	558
03	781	837
04	1,042	1,116
05	1,302	1,395
06	1,562	1,674
07	1,823	1,953
08	2,083	2,232
09	2,344	2,511
12	3,125	3,348
13	3,385	3,627
15	3,906	4,185
16	4,166	4,464
19	4,948	5,301
22	5,729	6,138
24	6,250	6,696
25	6,510	6,975
27	7,031	7,533
31	8,072	8,649
37	9,635	10,323
42	10,937	11,718
43	11,197	11,997
48	12,499	13,392
55	14,322	15,345
61	15,884	17,019
69	17,968	19,251
73	19,009	20,367



CME applications optionnelles

BBR est toujours un pionnier s'agissant de solutions innovatrices qui répondent aux besoins de l'industrie de construction. Aujourd'hui, nous associons une protection anti-corrosion accrue à la capacité de remplacer des câbles pour proposer le système BBR VT CONA CME mono-toron et le système BBR VT CONA CME échangeable pour la précontrainte par post-tension. Ces systèmes permettent non seulement d'échanger des câbles, mais ils sont également adaptés pour les câbles isolés électriquement (EIT).

BBR VT CONA CME Mono-toron

Le plus petit rayon de courbure ainsi qu'une protection anti-corrosion multi-couche.

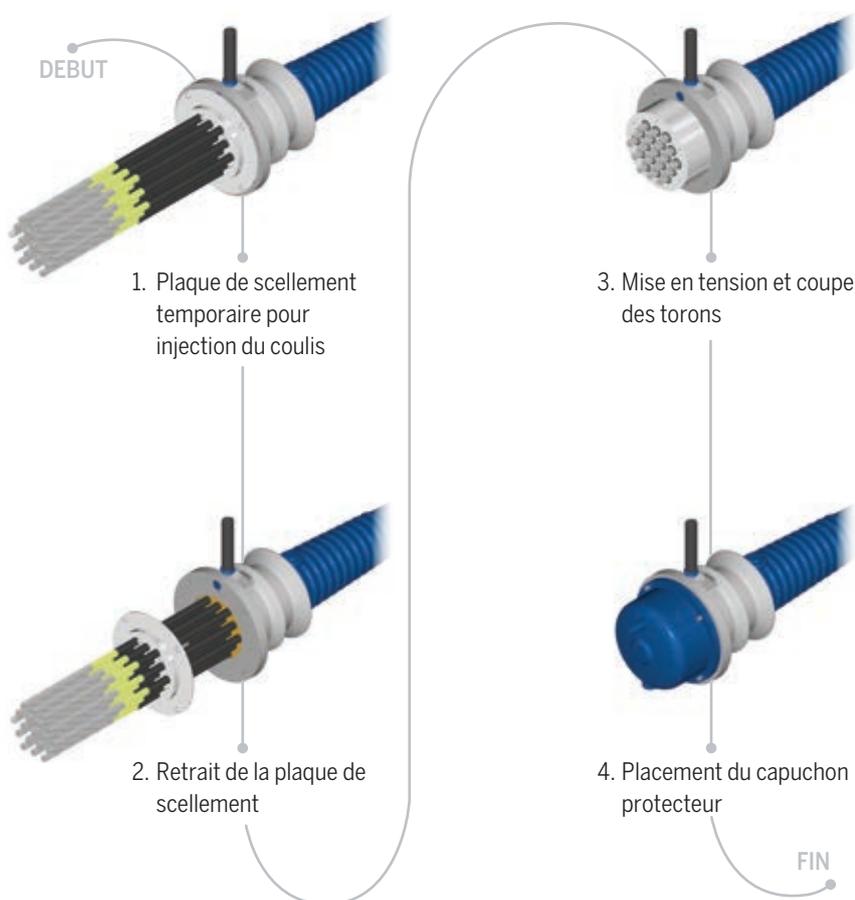
Pour la nouvelle solution BBR VT CONA CME BT avec mono-toron, les torons individuels sont placés dans un conduit où le coulis est injecté avant la mise en tension. Pendant l'injection du coulis, une plaque de scellement temporaire, avec une plaque d'activation, est installée à l'ancrage pour disposer les mono-torons et résister à la pression exercée lors de l'injection du coulis. Une fois le coulis injecté, les gaines sont retirées des extrémités des mono-torons. La tête d'ancrage est placée sur le câble enrobé et sa mise en tension peut commencer lorsque la résistance à la compression du coulis est suffisante. Cette solution s'applique aux ancrages BT (avec tromplaque d'appui), ainsi qu'aux ancrages des coupleurs K et H.

Les bénéfices et caractéristiques clés de cette solution sont :

- rayon de courbure minimal – 2,5m.
- protection anti-corrosion multi-couche – conduit, coulis et finalement le mono-toron (avec sa gaine PE/graisse).
- économique car un coulis de ciment remplace la graisse ou la cire.
- les torons peuvent être remis en tension ou remplacés.

L'échange de câbles mono-toron est généralement effectué utilisant la méthode toron par toron et pour chaque toron individuellement. Après le remplacement des torons de précontrainte en acier, une protection anti-corrosion est réinjectée dans les mono-torons qui sont à nouveau remplis avec un matériau de protection anti-corrosion. Les câbles BBR VT CONA CME sont compatibles avec les coupleurs fixes de type H et K.

BBR VT CONA CME Mono-toron : séquence d'assemblage



Bénéfices / Caractéristiques clés	CME avec toron dénudé	CME - Mono-toron
Applications	Non adhérent	Non adhérent
Type de filler	Graisse / Cire	Coulis
Niveau de protection anti-corrosion	2 (conduit et filler)	4 (conduit, coulis, mono-toron avec gaine PEHD)
Rayon de courbure minimal	2,0 m à 4,0 m (selon la dimension du câble)	maximum 2,5m
Remise en tension possible	✓	✓
Remplacement possible	✓	✓

BBR VT CONA CME Câble échangeable

Les câbles BBR VT CONA CME BT échangeables avec/sans isolation électrique présentent une option pour les :

- câbles dénudés avec graisse, cire, ou tout autre inhibiteur de corrosion.
- mono-torons dans un conduit injecté de coulis.
- câbles dénudés dans un conduit injecté de coulis.

Même lorsque l'on utilise des câbles dénudés dans un conduit injecté de coulis, les câbles BBR VT CONA CME BT peuvent être totalement retirés et remplacés par un nouveau câble.

Les principaux éléments de la zone d'ancrage du câble CONA CME BT échangeable ayant un câble dénudé placé dans un conduit injecté de coulis, sont : le capuchon de protection, les cales, la tête d'ancrage, l'élément de transfert de charge (tromplaque d'appui), la trompette extérieure et la trompette intérieure.

La trompette intérieure est placée dans la tromplaque d'appui et se prolonge jusqu'à la tête d'ancrage (ou à l'anneau en acier pour un câble isolé électriquement) et fournit une couche qui sépare le câble de la structure. En présence d'un câble isolé électriquement, le capuchon de protection - aidé par l'anneau d'isolation - encapsule toute la tête d'ancrage avec les cales et le toron verrouillé. Cette solution innovatrice peut bénéficier du dispositif du coupleur fixe de type H.

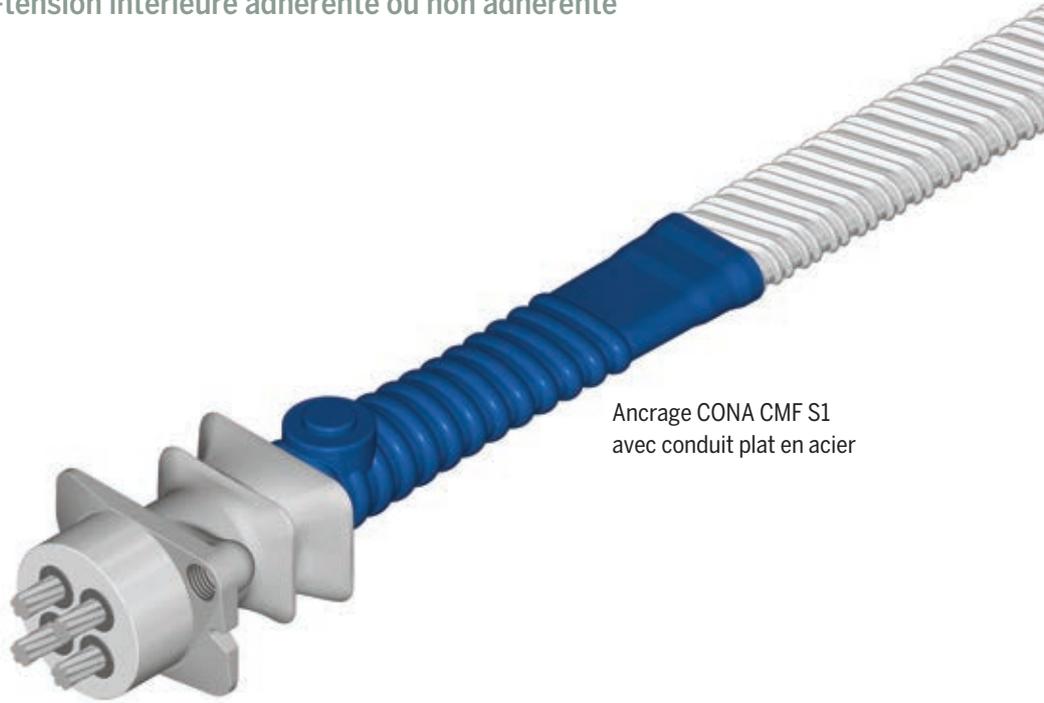


BBR VT CONA CMF S1

Ancrage plat pour système par post-tension intérieure adhérente ou non adhérente

Configuration d'ancrage

CONA CMF S1 est une solution de précontrainte par post-tension adhérente ou non adhérente adaptée aux projets qui nécessitent 2 à 4 torons. Pour transférer les charges au béton, le système CONA CMF BT (tromplaque d'appui) est utilisé mettant en œuvre un procédé avancé et breveté de transfert tri-dimensionnel des charges, spécialement conçu pour permettre l'ancrage dans des sections transversales très fines. Ce procédé permet de minimiser la distance entre le centre et le bord externe des ancrages, et d'appliquer la charge en post-tension complète avec des résistances de béton très basses. Le système est également compatible avec les têtes d'ancrage CONA CMI, facilitant ainsi les opérations et simplifiant la gestion des stocks. De plus, il peut être utilisé avec des conduits soit en acier, soit en plastique.



Ancrage CONA CMF S1 avec conduit plat en acier

Coupleur

Le couplage des câbles CONA CMF S1 peut être effectué avec les coupleurs manchon exclusifs de Type H. Le coupleur peut servir comme un coupleur d'ancrage de mise en tension (actif) ou comme un coupleur d'ancrage fixe (passif) en appui contre la tromplaque d'appui, ou encore comme des coupleurs mobiles sur toute la longueur du câble.



Coupleur H
CONA CMF S1



Coupleur mobile BH
CONA CMF S1

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.5" and 0.6"

Taille des câbles (torons)

02 - 04

Plages de charge

346 - 1,116 kN

Résistance du béton lors de la mise en tension

17/21 MPa

Dimensions de câbles disponibles

Type de torons

in	05		06	
mm ²	93	100	140	150
MPa	1,860	1,860	1,860	1,860

Dimensions des câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]			
	02	346	372	521
03	519	558	781	837
04	692	744	1,042	1,116



BBR VT CONA CMF S2

Ancrage plat pour système de précontrainte par post-tension interne, adhérent/non adhérent

Configuration d'ancrage

Le système CONA CMF S2 est la solution interne adhérent/non adhérent la plus avancée pour des projets de dalles et utilise le concept versatile de cône d'ancrage.

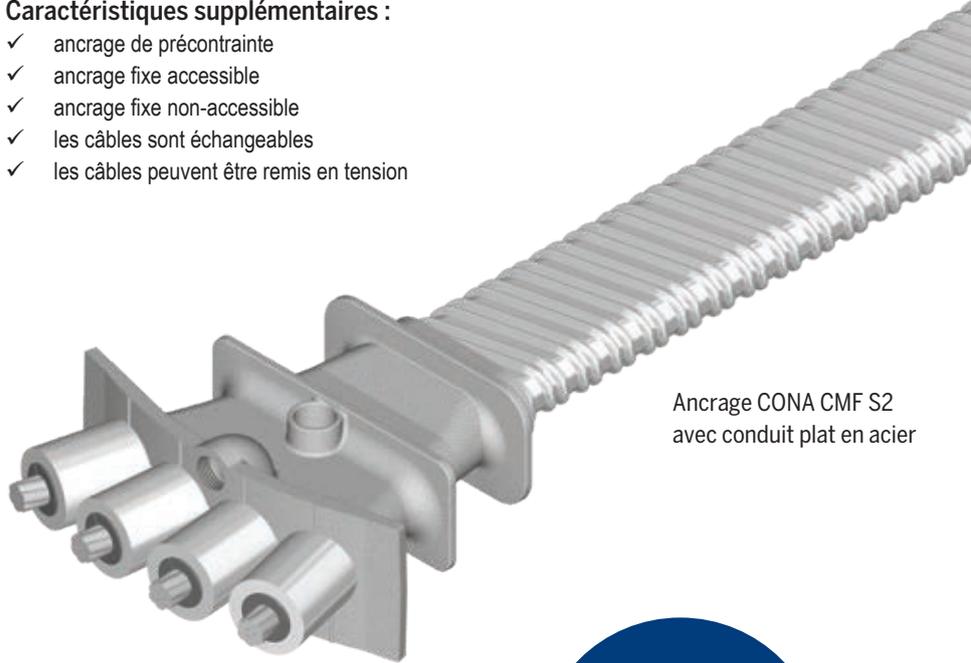
La conception de ce système permet de minimiser la distance entre le centre et le bord externe des ancrages afin de réduire l'épaisseur des dalles.

Il est adapté aux applications soit adhérentes soit non adhérentes et a été optimisé pour des torons de 0,5" et 0,6". De plus, il est compatible avec des conduits soit en acier, soit en plastique.

CONA CMF S2 peut être utilisé pour des dimensions de câbles allant de 02 à 06 avec un toron de 0,5" et de 02 à 05 avec un toron de 0,6".

Caractéristiques supplémentaires :

- ✓ ancrage de précontrainte
- ✓ ancrage fixe accessible
- ✓ ancrage fixe non-accessible
- ✓ les câbles sont échangeables
- ✓ les câbles peuvent être remis en tension



Ancrage CONA CMF S2 avec conduit plat en acier

Permet de réaliser la plus fine dalle du marché

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.5" and 0.6"

Taille des câbles (torons)

02 - 06

Plages de charge

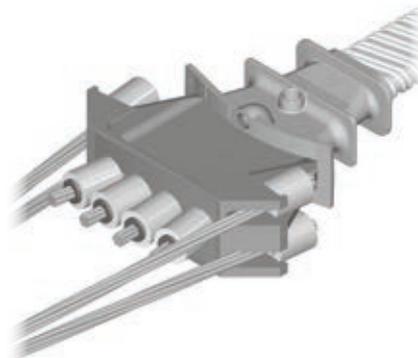
346 - 1,395 kN

Résistance du béton lors de la mise en tension

21/26 MPa

Coupleur

CONA CMF S2 est compatible avec un coupleur fixe spécifique de type K pour réduire au minimum l'épaisseur d'une dalle.



Coupleur K
CONA CMF S2

Dimensions de câbles disponibles

Type de torons

in	05	06		
mm ²	93	100	140	150
MPa	1,860	1,860	1,860	1,860

Dimensions des câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]			
02	346	372	521	558
03	519	558	781	837
04	692	744	1,042	1,116
05	865	930	1,302	1,395
06	1,038	1,116	-	-



BBR VT CONA CMM Single S1

Système **mono-toron** de précontrainte par post-tension adhérente ou non adhérente

Configuration d'ancrage

CONA CMM Single S1 est un système versatile qui permet une solution adhérente avec un seul toron placé dans un conduit (en acier ou en plastique) injecté d'un coulis BBR, ou bien une solution non adhérente avec un mono-toron graissé placé dans une gaine en PEHD.

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.6" and 0.6"C

Type de toron

Bare/monostrand

Applications

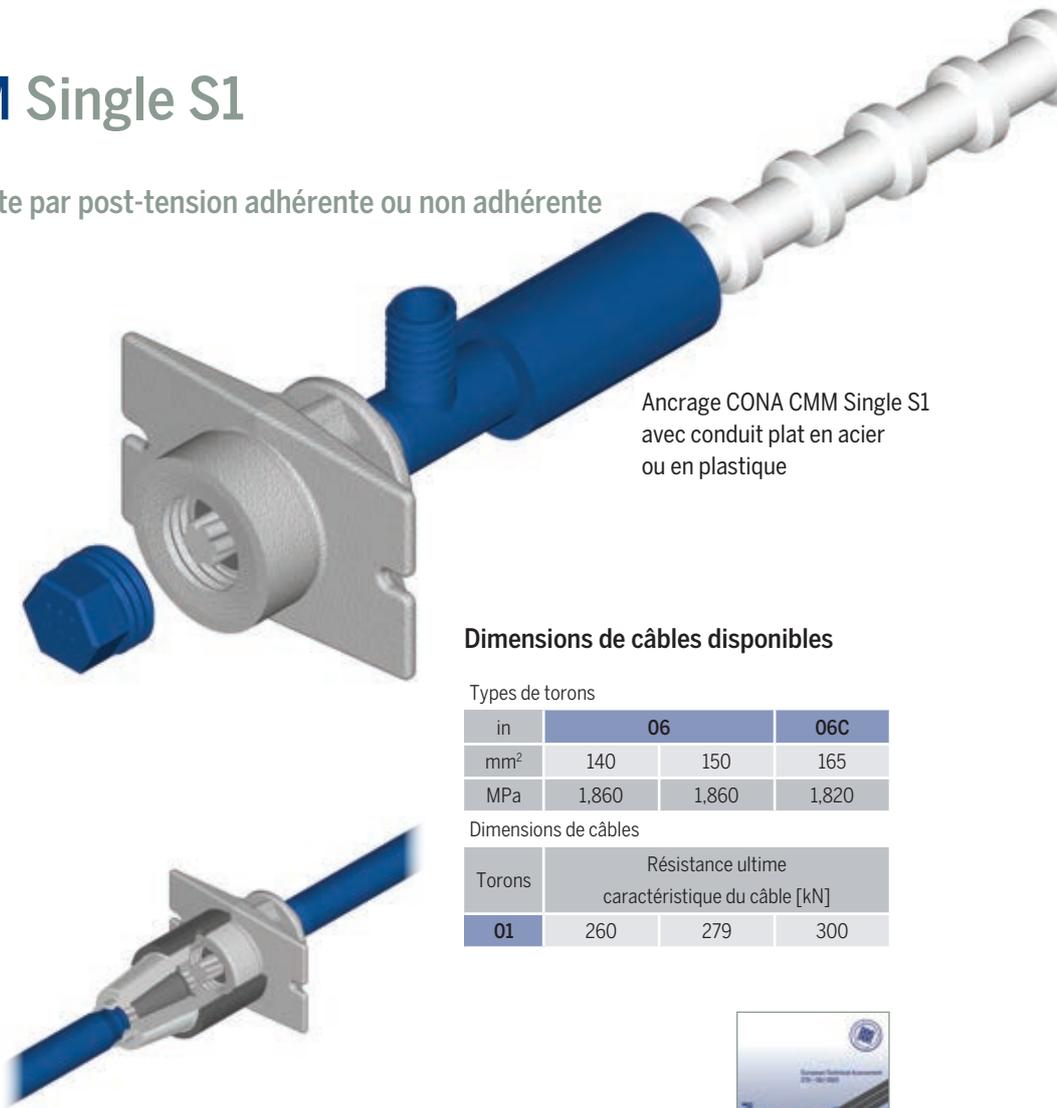
Bonded/unbonded

Résistance du béton lors de la mise en tension

20/24 MPa

Coupleur

Le couplage des câbles CONA CMM Single S1 peut être effectué avec les coupleurs manchon exclusifs de Type H qui sont taraudés à l'ancrage monolithique.



Ancrage CONA CMM Single S1 avec conduit plat en acier ou en plastique

Dimensions de câbles disponibles

Types de torons

in	06	06C	
mm ²	140	150	165
MPa	1,860	1,860	1,820

Dimensions de câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]		
01	260	279	300

Coupleur H
CONA CMM Single S1



BBR VT CONA CMM Single S2

Mono-toron pour système de précontrainte par post-tension adhérente ou non adhérente

Configuration d'ancrage

CONA CMM Single S2 a été développé en vue d'améliorer la productivité sur site. La résistance du béton à la mise en tension est plus basse que jamais et un ensemble d'accessoires a été conçu - tel que le siège à verrouillage par encliquetage - pour centrer l'acier anti-éclatement et permettre une réduction du temps d'installation.

Ce système a été optimisé pour minimiser la distance entre le centre et les bords externes au minimum, tout en se dispensant d'acier anti-éclatement dans la zone d'ancrage qui est sujet à une adhérence à l'espacement au centre réduit.

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.5" and 0.6"

Type de toron

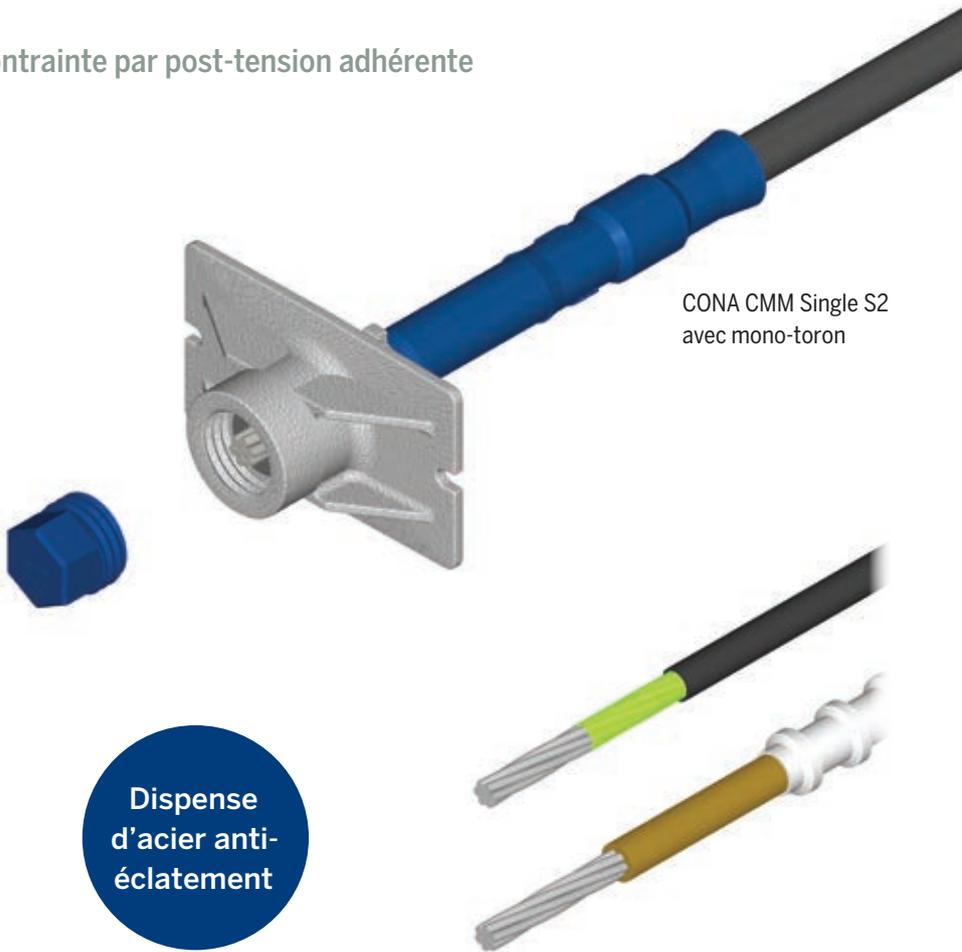
Bare/monostrand

Applications

Bonded/unbonded

Résistance du béton lors de la mise en tension

18/22 MPa



CONA CMM Single S2 avec mono-toron

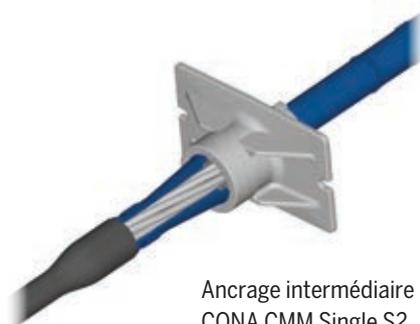
Dispense d'acier anti-éclatement



Mono-toron graissé avec gaine PEHD et toron simple avec conduit injecté au coulis de ciment.

Ancrage intermédiaire

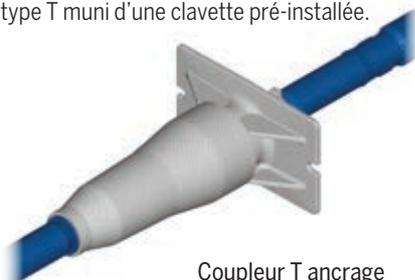
L'ancrage intermédiaire CONA CMM Single S2 permet l'installation d'un câble entier sans coupe aux joints de construction.



Ancrage intermédiaire CONA CMM Single S2

Coupleur

Le couplage des câbles CONA CMM Single S2 peut également se faire en utilisant un coupleur monolithique avancé et breveté de type T muni d'une clavette pré-installée.



Coupleur T ancrage CONA CMM Single S2



Flexibilité des câbles

CONA CMM est compatible avec des applications adhérentes qui utilisent des torons dénudés placés dans des conduits (en acier ou en plastique) injectés d'un coulis, ou bien pour des applications non adhérentes qui utilisent des mono-torons graissés et placés dans une gaine en PEHD.

Dimensions de câbles disponibles

Types de torons				
in	05	06		
mm ²	93	100	140	150
MPa	1,860	1,860	1,860	1,860
Dimensions de câbles				
Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]			
01	173	186	260	279

BBR VT CONA CMM Two/Four

Système monotoron de précontrainte par post-tension non adhérente

Configuration d'ancrage

Les composants principaux de la zone d'ancrage du système CONA CMM sont les clavettes, l'ancrage monolithique et les tubes-trompette individuels.

Dans la zone d'ancrage, les torons sont insérés dans les tubes-trompette individuels vers l'ancrage monolithique où chaque toron est bloqué par des clavettes BBR spécifiques. L'ancrage du toron ainsi que le transfert des charges au béton, sont effectués par un seul élément, ce qui permet non seulement une économie importante, mais réduit également la distance entre le centre et les bords externes des ancrages. Ceci permet aussi d'appliquer la charge en post-tension complète avec des résistances de béton très basses.

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.6" and 0.6"C

Taille des câbles (torons)

02 or 04

Type de toron

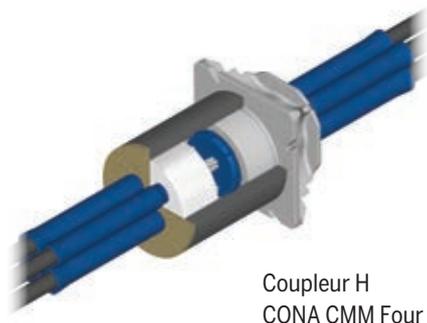
Monostrand

Résistance du béton lors de la mise en tension

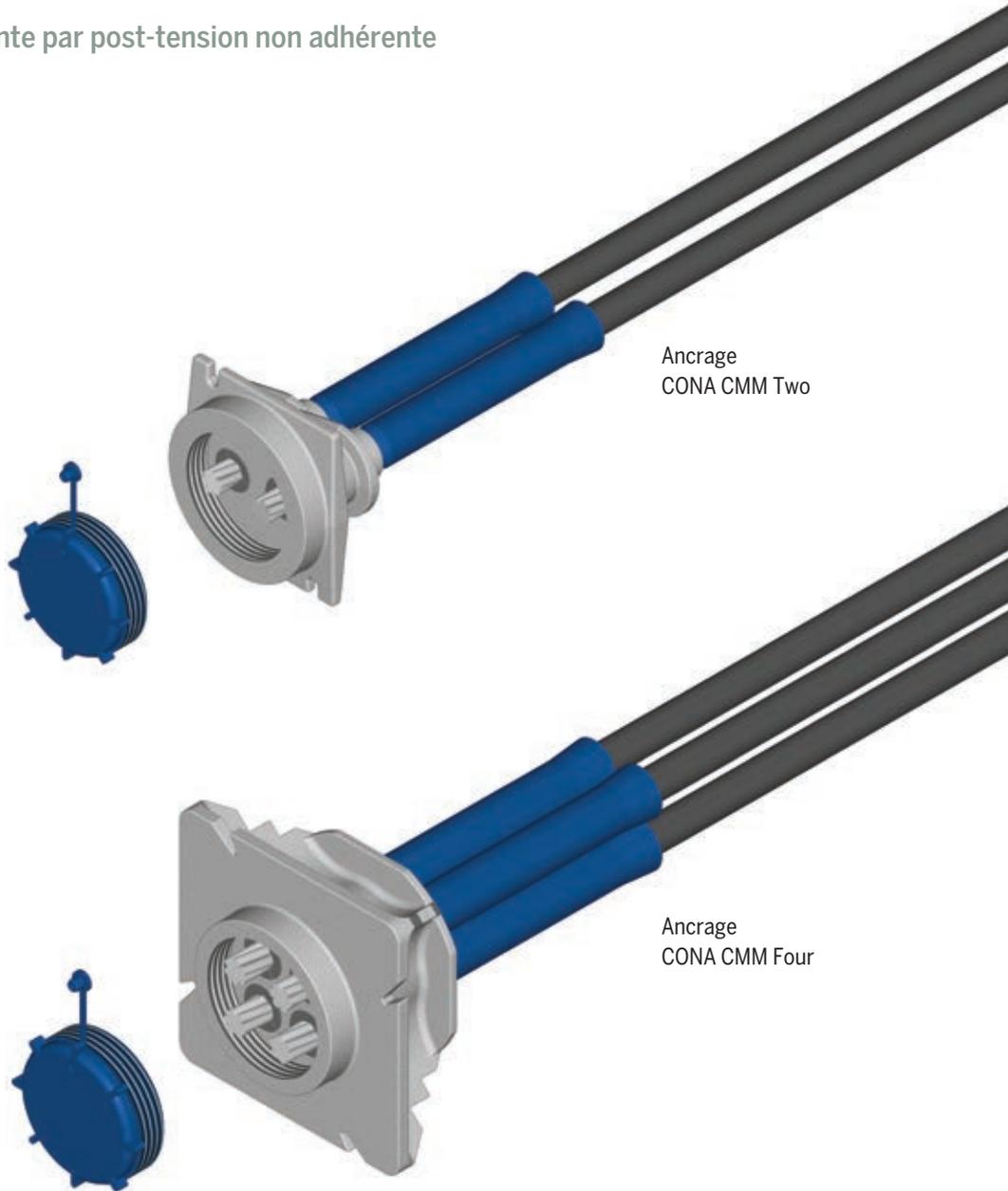
17/21 MPa

Coupleurs

Le couplage des câbles CONA CMM FOUR peut être effectué avec les coupleurs manchon exclusifs de Type H. Ces coupleurs peuvent servir comme coupleur d'ancrage actif/de mise en tension ou comme coupleur d'ancrage passif/fixe pendant la première phase de construction.



Coupleur H
CONA CMM Four



Ancrage
CONA CMM Two

Ancrage
CONA CMM Four



Dimensions de câbles disponibles

Type de torons

in	06	06C	
mm ²	140	150	165
MPa	1,860	1,860	1,820

Dimensions des câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]		
	02	04	06
02	521	558	601
04	1,042	1,116	1,201

BBR VT CONA CMB

Système de post-tension de précontrainte par bandes de torons

Configuration d'ancrage

Les composants principaux de la zone d'ancrage du système CONA CMB SP sont les clavettes, la tête d'ancrage, l'élément de transfert des charges et la trompette. Dans la zone d'ancrage, le faisceau de torons est diffusé vers la tête d'ancrage ou chaque toron est bloqué individuellement par des clavettes BBR spécifiques. Pour transférer les charges au béton, la plaque carrée CONA CMB SP est utilisée.

Déviateur / selle

Le déviateur/selle est un élément spécifique à la précontrainte extérieure. Ce déviateur transfère les efforts transversaux générés par le câble à la structure et offre une surface lisse aux câbles. Le déviateur peut être fabriqué en béton, en acier, en PEHD ou un matériel équivalent.

La protection contre la corrosion

A l'usine, les torons sont graissés/cirés et placés dans une gaine continue et individuelle en PEHD extrudé, puis regroupés parallèlement. Il existe deux options : gainage simple ou gainage double.

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.6" and 0.6"C

Taille des câbles (torons)

01 - 16

Plages de charge

260 - 4,805 kN

Résistance du béton lors de la mise en tension

29/35 MPa

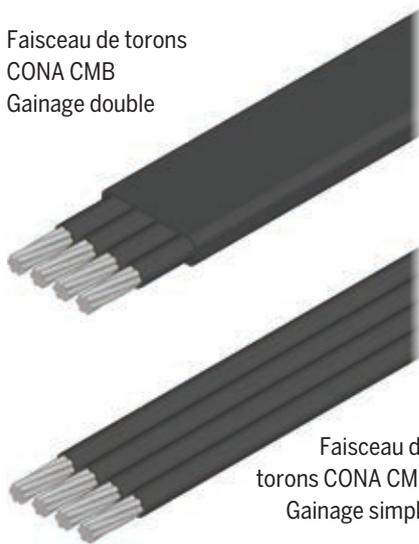


Ancrage CONA CMB SP

Particulièrement adaptée au renforcement et à la réparation

Configuration en bande

Faisceau de torons CONA CMB
Gainage double



Faisceau de torons CONA CMB
Gainage simple

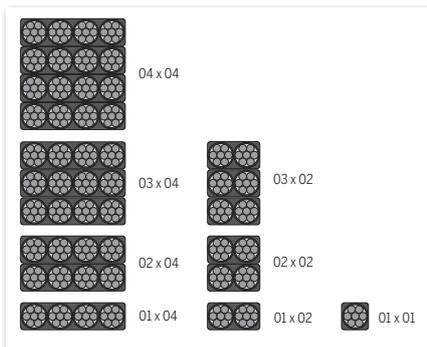
Dimensions de câbles disponibles

Type de torons

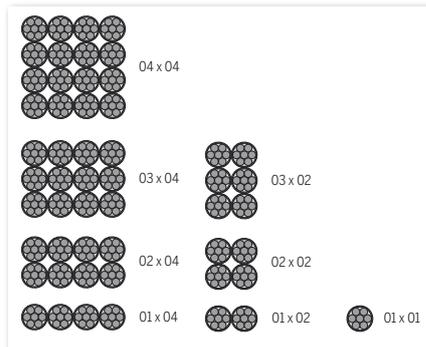
in	06	06C
mm ²	140	165
MPa	1,860	1,820

Dimensions des câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]		
01	260	279	300
02	521	558	601
04	1,042	1,116	1,201
06	1,562	1,674	1,802
08	2,083	2,232	2,402
12	3,125	3,348	3,604
16	4,166	4,464	4,805



Faisceau de torons CONA CMB
Gainage double



Faisceau de torons CONA CMB
Gainage simple



BBR VT CONA CMO

Ancrage adhérent complémentaire

En tant qu'ancrage complémentaire, BBR VT CONA CMO est compatible avec d'autres systèmes de précontrainte par post-tension BBR tels que BBR VT CONA CMF et BBR VT CONA CMI.

Parmi nos innovations, notez l'écarteur de torons à verrouillage par encliquetage ainsi que le coulis de scellement des conduits qui améliorent la productivité sur site. De plus, il n'y a plus besoin d'acier anti-éclatement local, réduisant ainsi le temps d'installation, la quantité de matériaux et les coûts.

Dispense
d'acier anti-
éclatement



CONA CMO
ancrage adhérent avec
conduit en acier ondulé



DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.5" and 0.6"

Taille des câbles (torons)

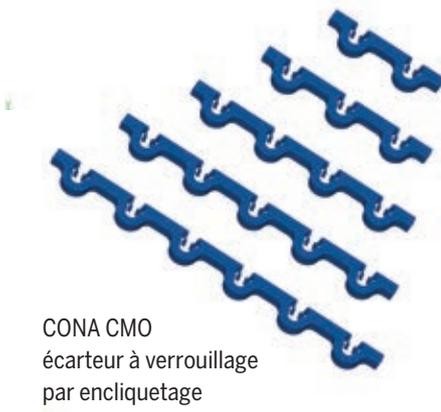
02 - 06

Plages de charge

346 - 1,674 kN

Résistance du béton lors de la mise en tension

21/26 MPa



CONA CMO
écarteur à verrouillage
par encliquetage

Dimensions de câbles disponibles

Type de torons

in	05		06	
mm ²	93	100	140	150
MPa	1,860	1,860	1,860	1,860

Taille des câbles

Torons	Résistance ultime caractéristique du câble [kN]			
	02	346	372	521
03	519	558	781	837
04	692	744	1,042	1,116
05	865	930	1,302	1,395
06	1,038	1,116	1,562	1,674





BBR VT CONA CMW

Ancrage complémentaire

Le système BBR VT CONA CMW a été conçu pour des structures circulaires comme les cuves ou les silos. L'ancrage CONA CMW est utilisé pour envelopper les cuves sans avoir recours à des contreforts, offrant une réduction appréciée non seulement en termes de temps, mais aussi de coût. Ce système est

particulièrement performant pour des projets de révision ou de renforcement.

L'ancrage est compatible avec des conduits en acier ou en plastique et peut être utilisé avec des torons dénudés ou bien des mono-torons.

DONNEES CLES

Compatibilité des torons

0.6" and 0.6"C

Taille des câbles (torons)

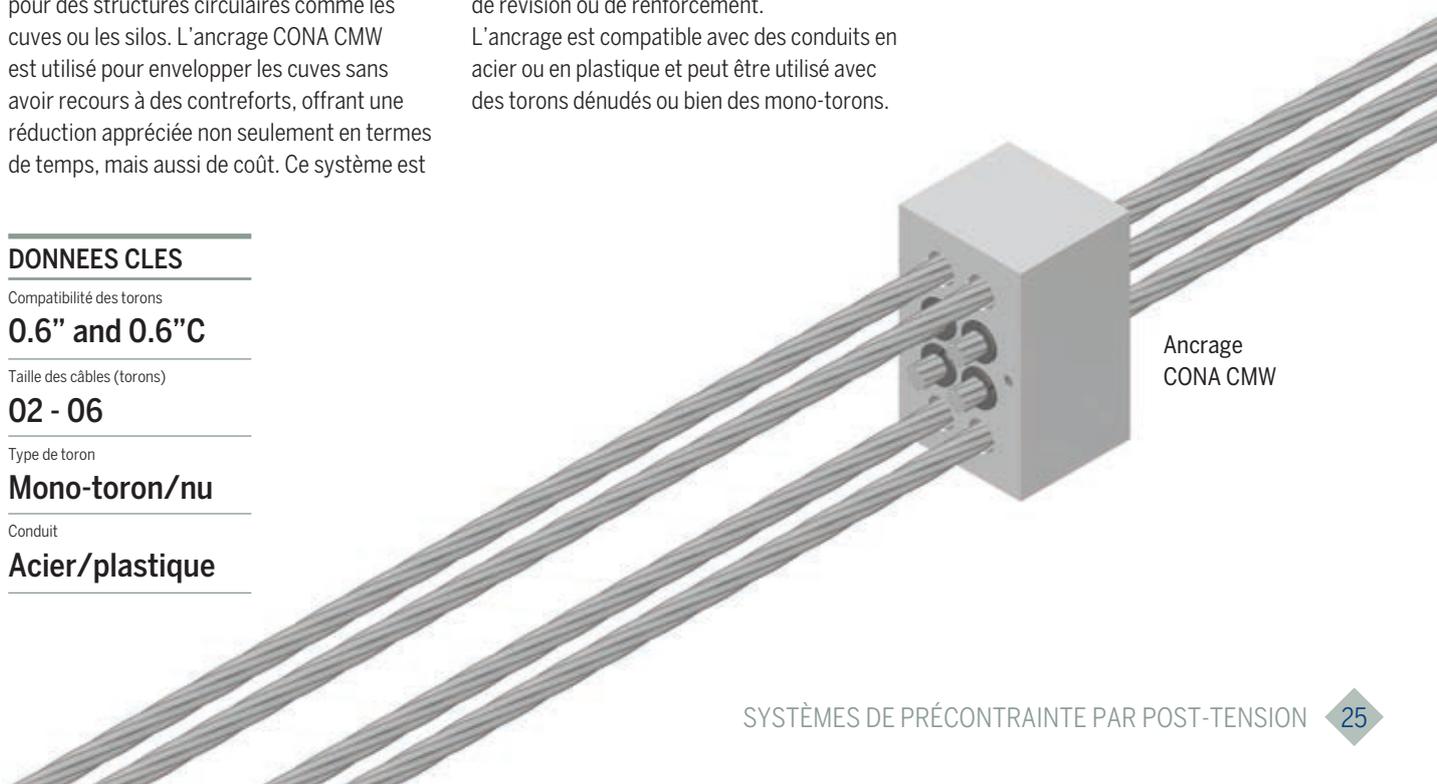
02 - 06

Type de toron

Mono-toron/nu

Conduit

Acier/plastique



Ancrage
CONA CMW

Installation : Pratiques professionnelles

Le plus haut niveau de professionnalisme est requis pour les opérations de précontrainte par post-tension et d'injection de coulis. C'est précisément ce que nos membres du BBR Network, spécialistes de la précontrainte par post-tension, peuvent vous fournir. La préparation théorique et pratique que ces équipes expérimentées reçoivent en continue, garantie une mise en œuvre professionnelle de tous nos services de précontrainte par post-tension.

L'installation de la précontrainte par post-tension se fait en quatre étapes principales :

1. Installation du conduit et de l'ancrage

La mise en œuvre d'un système de précontrainte par post-tension commence par l'installation des ancrages, la disposition des conduits et le positionnement de l'acier anti-éclatement.

Les ancrages sont fixés au coffrage par des écrous. Le conduit est installé puis connecté à l'ancrage. Pour la précontrainte interne, les conduits - le plus souvent en acier ondulé ou avec des gaines en PEHD - sont positionnés avant le bétonnage. Dans le cas de précontrainte externe, des conduits en PEHD sont le plus souvent utilisés. Le positionnement et le soutien des conduits sont enfin effectués avec beaucoup de soin et d'attention.

2. Tréfilage des torons

Le passage libre et dégagé à l'intérieur des conduits est vérifié avant que l'introduction des torons ne puisse commencer. Généralement, chaque toron est ainsi inséré à partir d'une extrémité du conduit.

3. La mise en tension

Les câbles sont mis en tension en utilisant des vérins hydrauliques simple ou multi-torons avec verrouillage hydraulique des étaux/mâchoires d'ancrage. L'espace requis pour les vérins de mise en tension, ainsi que les spécifications d'évidement d'ancrage nécessaires à la proximité immédiate de l'ancrage de précontrainte, sont montrés dans le Tableau 1. Ces

spécifications et détails sont conseillés mais il s'agit de les vérifier auprès du membre du BBR Network le plus proche.

4. Scellement / finition

L'injection du coulis de scellement est essentielle pour assurer la performance et la durabilité des câbles, et donc de la structure entière. Avant cette étape, la tête d'ancrage doit être scellée avec les capuchons BBR afin d'assurer une qualité optimale. Cette injection de coulis n'est pas nécessaire pour les câbles non adhérents. Ainsi, la finition comprend le scellement de chaque câble avec les accessoires BBR : injection de graisse dans les ancrages pour protéger l'embout du câble et la clavette.

Tableau 1 : espacements requis pour les vérins de mise en tension et l'évidement aux ancrages

Câble		CMF S1 ³⁾	CMF S2	CMM Single S1	CMM Single S2	CMM Two	CMM Four	04 06	07 06	12 06	19 06	22 06	31 06	42 06	55 06	61 06
		Dimensions (mm) ^{1), 4)}	A x A	100 x 100 ²⁾	90 x 230 ²⁾	70	60	125	125	230	270	340	420	420	460	560
	B	110	110	45	45	45	45	140	140	150	165	165	185	200	225	250
	C x C	140 x 200 ²⁾	110 x 270 ²⁾	110	100	200	200	310	370	400	510	510	560	660	750	815
	D	1,100	800	800	800	1,250	1,300	1,400	1,500	1,600	1,720	1,810	2,000	2,300	2,600	2,900
	E	170	170	90	90	110	150	250	300	330	345	400	480	600	600	600
	F	170	80	70	55	90	110	200	230	260	280	330	380	420	450	480

1) Ces valeurs d'espacement des vérins, ainsi que les spécifications des évidements, servent uniquement de guide et doivent être vérifiées auprès de votre membre du BBR Network le plus proche. 2) Les spécifications des évidements sont rectangulaires comme indiqué. 3) Les spécifications indiquées pour les évidements sont à utiliser avec un accès pour l'injection du coulis de scellement en prolongement de la trompette. Si cet accès est lié à la trompette d'appui, un évidement supérieur est requis. 4) En présence d'un espace plus réduit ou de vérins plus grands, veuillez contacter le membre du BBR Network le plus proche.

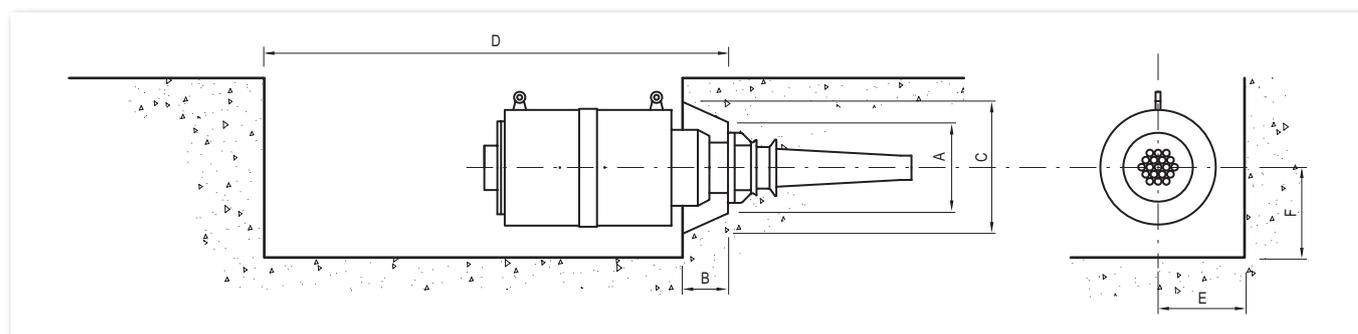


Schéma 2: Dimensions des espacements requis



Matériaux

Toron

La partie centrale du câble comporte sept torons, ainsi qu'une couronne externe de six torons disposés en hélice autour de cette partie centrale. Généralement on utilise des câbles ayant une résistance à la traction caractéristique égale à 1 860 MPa, cependant, des câbles en acier ayant une résistance caractéristique moindre, de 1 770 MPa ou de 1 820 MPa, peuvent également être utilisés. Les valeurs caractéristiques des câbles standards figurent dans le Tableau 2.

D'autres câbles adaptés selon les normes et réglementations en vigueur dans le lieu de construction peuvent aussi être utilisés, comme par exemple ceux listés par les normes prEN 10138-3, ASTM A416 et AS/NZS 4672.



Tableau 2: Propriétés typiques des matériaux de toron à prEN 10138-3

Type de torons			05		06				06C
Résistance à la traction caractéristique	f_{pk}	MPa	1,770	1,860	1,770	1,860	1,770	1,860	1,820
Valeur caractéristique de la force maximale	F_{pk}	kN	177	186	248	260	266	279	300
Valeur caractéristique de 0,1% de l'effort aux ancrages	$F_{p0,1}$	kN	156	164	218	229	234	246	264
Diamètre nominal	d	mm	12.9		15.3		15.7		15.2
Surface nominale de section transversale	A_p	mm ²	100		140		150		165
Masse d'acier de précontrainte	M	kg/m	0.781		1.093		1.172		1.289
Allongement à la rupture minimal pour une force maximale	A_{gt}	%	3.5						
Module d'élasticité	E_p	MPa	Environ 195 000						

Les mono-torons graissés/cirés sont placés à l'usine dans des gaines en PEHD extrudées en continu

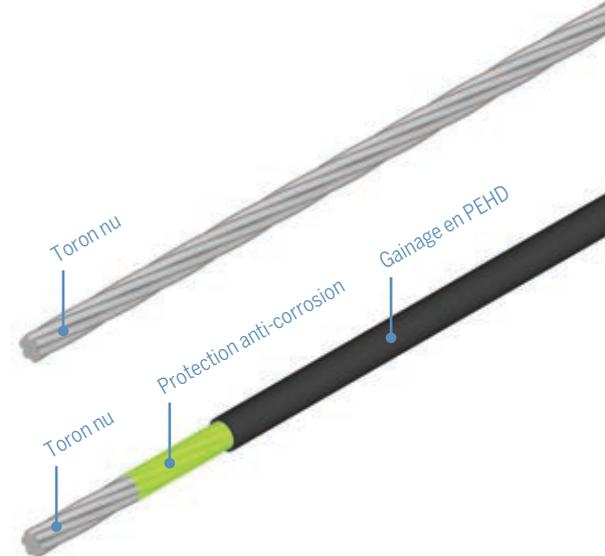
Diamètre externe du toron (PEHD inclus)	≈	mm	17	19.5	20	20
Masse du toron (graisse/cire et PEHD inclus)	≈	kg/m	0.90	1.23	1.31	1.40

Il existe deux configurations élémentaires de toron :

- les torons dénudés pour les applications adhérentes ou non adhérentes ;
- les mono-torons livrés avec leur système de protection anti-corrosion de graisse/cire et une gaine en PEHD pour les applications non adhérentes.

Les mono-torons doivent présenter :

- une gaine épaisse d'au moins 1,0 mm,
- une résistance à la traction d'au moins 18 MPa et une elongation d'au moins 450% à 23 °C,
- aucun dommage visible ; bulles ou traces de coulis à la surface de la gaine,
- aucune fissure après 72 heures passées dans une liquide tensio-active à 50 °C,
- une variation de résistance à la traction et une elongation inférieures à 25% à 23 °C après conditionnement pendant 3 jours à 100 °C,
- une friction de moins de 60 N/m entre le toron et sa gaine,
- aucune fuite d'eau.



Béton

Conformément à EN 206, la résistance en compression du béton est définie par la valeur caractéristique f_{ck} (5% fractile de la répartition normale) obtenue lors d'essais de compression effectués 28 jours après le moulage d'échantillons cylindriques ayant un diamètre de 150 mm et une hauteur de 300 mm, ou bien sur des échantillons cubiques de 150 mm. Les classes de résistance compressive sont symbolisées par la lettre C suivie de deux nombres qui indiquent la résistance caractéristique du cylindre ou du cube exprimée en MPa, par exemple C20/25.

Le schéma 3 montre une répartition idéale des valeurs de résistance compressive pour des échantillons en béton. Dans ce schéma, le sommet de la courbe coïncide avec la résistance compressive moyenne désignée par f_{cm} . La résistance compressive caractéristique est inférieure à la résistance compressive moyenne et les deux peuvent typiquement être exprimées comme suit :

$$f_{ck,cylindre} \approx f_{cm,cylindre} - 8 \text{ MPa}$$

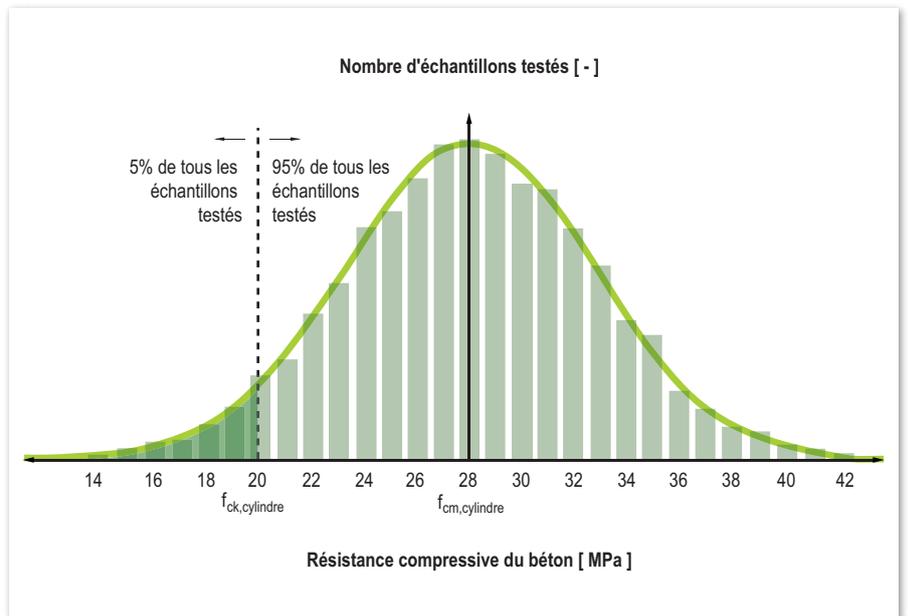


Schéma 3: Loi normale de répartition de la résistance du béton

Tableau 3: Couche de protection anti-corrosion

application		toron		conduit		filler pour conduit		béton		couches		fib
interne	adhérent	dénudé	0	acier	1	coulis	1	capuchon	1	3	PL 1	
				plastique	1+					3+	PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾	
	non adhérent	dénudé	0	acier	1	graisse / cire	1	capuchon	1	3	PL 1	
				plastique	1+					3+	PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾	
		mono-toron	2	aucun	0	(filler)	0	capuchon	1	3+	-	
				acier	1					4	PL 1	
				plastique	1+					4+	PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾	
				plastique	1+					5	PL 1	
externe	dénudé	0	acier	1	coulis	1	aucun	0	2	PL 1		
			plastique	1+					2+	PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾		
	dénudé	0	acier	1	graisse / cire	1	aucun	0	2	PL 1		
			plastique	1+					2+	PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾		
	mono-toron	2	aucun	0	(filler)	0	aucun	0	2+	-		
			acier	1					3	PL 1		
			plastique	1+					3+	PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾		
			plastique	1+					4	PL 1		
				coulis	1			4+	PL 2 ²⁾ , PL 3 ³⁾			

1) Les mono-torons possèdent deux couches de protection (gaine plastique et cire/graisse). 2) Essai d'étanchéité à l'eau. 3) Essai d'isolation électrique.

Conduits

Des conduits en acier ou en plastique sont installés dans la structure et permettent le bon placement et alignement des câbles à torons pour la précontrainte par post-tension. De plus, pour les câbles internes adhérents, les conduits doivent également offrir une adhésion suffisante entre le câble, le coulis et le béton. Dans certains cas, le conduit peut contribuer à l'isolation électrique entre le câble et la structure.

BBR VT Conduit plastique (rond)

Le conduit rond en plastique conforme au *fib* Bulletin 75, PTI/ASBI M50.3-19 et EAD16 est utilisé pour les mono-torons internes CONA CMI, CONA CMF et CONA CMM. Les BBR VT Conduits plastiques (ronds) sont disponibles pour des diamètres internes nominaux de 23, 50, 60, 75, 85, 100, 115, 130, 145 et 160 mm. Ce conduit est produit par une fusion de matériaux unique qui lui permet d'être adapté pour des températures allant de -20 °C à +50 °C.



BBR VT Conduit plastique (plat)

Le conduit plat en plastique ondulé, conforme au *fib* Bulletin 75, PTI/ASBI M50.3-19 et EAD16 est utilisé pour les câbles internes CONA CMI et CONA CMF. Les BBR VT Conduits plastiques (plats) sont disponibles pour des diamètres internes nominaux de 38 x 22 mm, 52 x 21 mm, 72 x 21 mm, 76 x 25 mm and 90 x 21 mm. Ce conduit est produit par une fusion de matériaux unique qui lui permet d'être adapté pour des températures allant de -20 °C à +50 °C.



Tableau 4 : Utilisations prévues des divers conduits des kits de précontrainte par post-tension de la gamme CONA CMX

	Conduit en acier ondulé	Conduit en plastique ondulée	Conduit en acier lisse	Conduit en plastique lisse
CONA CMI	●	●	▲	▲
CONA CME	–	–	●	●
CONA CMF	●	●	▲	▲
CONA CMM (Single)	●	●	▲	▲

● Standard ▲ La norme pour les applications non adhérentes. Soumise aux réglementations en vigueur dans le lieu d'utilisation pour les applications adhérentes.

Conduits ronds en acier ondulé

Ces conduits en acier galvanisé ou en gaine feuillard métallique sont conformes à EN 523 ou aux autres normes équivalentes sur le lieu d'utilisation. Les conduits ronds en acier ondulé sont habituellement utilisés pour les câbles internes de CONA CMI, CONA CMF et CONA CMM Single et peuvent être fabriqués pour quasiment tous les diamètres. Selon le diamètre du conduit, la bande en acier présente une épaisseur de 0,2 à 0,6 mm.



Conduits ronds et lisses en acier

Les conduits ronds et lisses peuvent être utilisés pour les câbles externes CONA CME et pour des applications spécifiques, telles que les boucles internes qui utilisent les câbles CONA CMI. Les conduits lisses en acier selon EN 10255, EN 10216-1, EN 10217-1, EN 10219-1, EN 10305-5 ou aux autres normes et réglementations en vigueur sur le lieu d'installation, peuvent être utilisés. Les conduits lisses en acier sont disponibles dans une large gamme de diamètres et d'épaisseurs de parois.



Conduits plastiques lisses

Les conduits lisses en plastique - polyéthylène haute densité (PEHD) qui résiste aux UVs - sont conformes à EN 12201 ou aux autres normes ou réglementations en vigueur sur le lieu d'installation. Ils sont utilisés pour les câbles CONA CME externes. Ces conduits lisses en plastique sont disponibles avec les dimensions externes (do) de 45, 63, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200 mm avec une large gamme d'épaisseurs de paroi et de pressions nominales.



Conduits plats en acier ondulé

Les conduits plats peuvent être utilisés pour les câbles de 2 à 6 torons conformément à EN 523 ou aux autres normes et réglementations en vigueur sur le lieu d'installation. Les conduits plats sont habituellement utilisés pour les câbles adhérents internes CONA CMI et CONA CMF. Ces conduits plats en acier ondulé sont disponibles dans une large gamme de dimensions.



Conduits plats et lisses en acier

Des conduits plats et lisses en acier peuvent également être utilisés si cela est autorisé sur le lieu d'installation.



Gaines complémentaires en plastique lisse

Des mono-torons groupés ayant une gaine supplémentaire en plastique lisse et rectangulaire sont utilisés pour les câbles CONA CMB. Pour plus de détails sur les propriétés des matériaux et sur les dimensions de ces câbles en bande gainés, veuillez consulter le document ETE approprié ou contacter le membre du BBR Network le plus proche.



Coulis BBR VT CONA CMX conforme aux dernières normes européennes



Le coulis joue un rôle prépondérant dans la performance et la durabilité des câbles précontraints par post-tension. Le coulis BBR VT CONA CMX fournit non seulement l'adhésion nécessaire entre les torons et l'élément structurel, mais assure aussi une excellente protection anti-corrosion pour l'acier de précontrainte. En 2007, puis en 2016, BBR a conçu et tenu un séminaire lors duquel tous les spécialistes de la précontrainte par post-tension BBR furent entièrement formés sur les dernières normes européennes concernant les exigences, les procédures et les méthodes relatives à l'application de coulis. Depuis, les membres du BBR Network ont adopté des normes nouvelles et sont

continuellement formés avec un audit annuel conduit par le détenteur de l'ETE.

Normes européennes EN 447, 446 et 445

Les dernières normes européennes en matière d'injection de coulis sont :

- EN 447 : exigences de base concernant l'injection de coulis pour les câbles de précontrainte
- EN 446 : procédures d'injection du coulis
- EN 445 : méthodes d'essais

Ces normes donnent les exigences de base pour l'approbation d'un coulis de ciment conformément à EN 1992, Eurocode 2 : Design of concrete structures, prEN 13670: Execution of concrete structures et EAD16: Post-tensioning kits for prestressing of structures.

Méthode d'essai

La méthode d'essai comprend trois niveaux :

- Essais sur type initial et audit conformément à EN 447
- Contrôle d'aptitude pour un projet spécifique conformément à EN 446
- Inspection pendant l'application du coulis pour un projet spécifique conformément à EN 446

Les méthodes d'essais sont décrites dans EN 445.

Propriétés du coulis

Les essais sur coulis seront effectués conformément à la norme EN 445 qui comprend :

- Test du tamis – homogénéité
- Méthode du cône ou étalement du coulis – fluidité
- Ressuage à la mèche ou tube incliné
- Volume modifié à la mèche
- Prismes scindés en deux – résistance à la compression
- Temps de durcissement
- Densité

BBR VT CONA CMX mélanges de coulis et équipements

Les mélanges de coulis BBR VT CONA CMX sont des mélanges homogènes de ciment, d'eau et d'adjuvants. L'équipement comprend un mélangeur, une pompe et les tuyaux de connexion nécessaires, des vannes et des appareils de mesure. Les mélanges de coulis, leurs propriétés ainsi que les procédures fournis par les spécialistes en précontrainte par post-tension BBR, répondent aux dernières normes européennes. Tous les membres du BBR Network emploient du personnel qualifié et formé dans l'application de coulis et n'utilisent que des matériaux de première qualité, ainsi qu'un équipement de pointe, pour produire un coulis d'excellence. De plus, le coulis BBR VT CONA CMX est évalué et certifié par un organisme agréé et indépendant.

Matériau de remplissage

Coulis de ciment

Le coulis de ciment est alcalin et fournit un environnement passif autour des torons. Les coulis de ciment sont conformes aux normes EN 445, EN 446, EN 447 ou aux autres normes et réglementations en vigueur sur le lieu d'installation. EAD16 recommande les propriétés suivantes pour les matériaux de coulis de ciment :

- ressuage inférieur à 0,3% et vide d'air au tube incliné ;
- aucune fissuration significative perceptible à l'œil nu lors du test incliné ;
- sédimentation inférieure à 10% exprimé en fluctuation de densité;
- ressuage à la mèche inférieur à 0,3%.

Graisse

La graisse conformément à EAD16, ou aux autres normes et réglementations en vigueur sur le lieu d'installation, peut être utilisée comme matériau filler pour les applications non adhérentes. EAD16 recommande, entre autres, les propriétés suivantes pour la graisse :

- le point de goutte doit être supérieur à 150 °C;
- la séparation d'huile inférieure à 2,5% après 72 heures à 40 °C, et inférieure à 4,5% après 7 jours à 40 °C ;
- aucune corrosion après 168 heures à 35 °C.

Cire

La cire conformément à EAD16 ou aux autres normes et réglementations en vigueur sur le lieu d'installation, peut être utilisée comme matériau de remplissage pour les applications non adhérentes. EAD16 recommande, entre autres, les propriétés suivantes pour la cire :

- point de figeage supérieur à 65 °C;
- aucune fissure après pénétration à 20 °C;
- ressuage inférieur à 0,5% à 40 °C.

Air de circulation sec

L'air sec qui circule activement permet la protection anti-corrosion des câbles à condition qu'une surveillance permanente du système d'assèchement et de circulation d'air soit mise en place. Généralement, ceci ne s'applique qu'aux structures particulièrement importantes.

Il s'agit de respecter les normes et réglementations en vigueur sur le lieu d'installation.

Acier d'armature

L'acier d'armature est une partie intégrale du kit de précontrainte par post-tension et sert à contrôler la largeur des fissures dans la zone d'ancrage conformément à prEN 10080 dans EAD16. Ainsi, l'acier doit respecter ce qui suit :

Limite d'élasticité	f_{pp}	500 MPa
Coefficient de résistance ultime / limite d'élasticité	f_{max} / f_{pp}	1.08
Allongement total à force A_{gt} max.	ϵ_u	5%

Tableau 5: propriétés typiques des matériaux d'acier d'armature selon prEN 10080

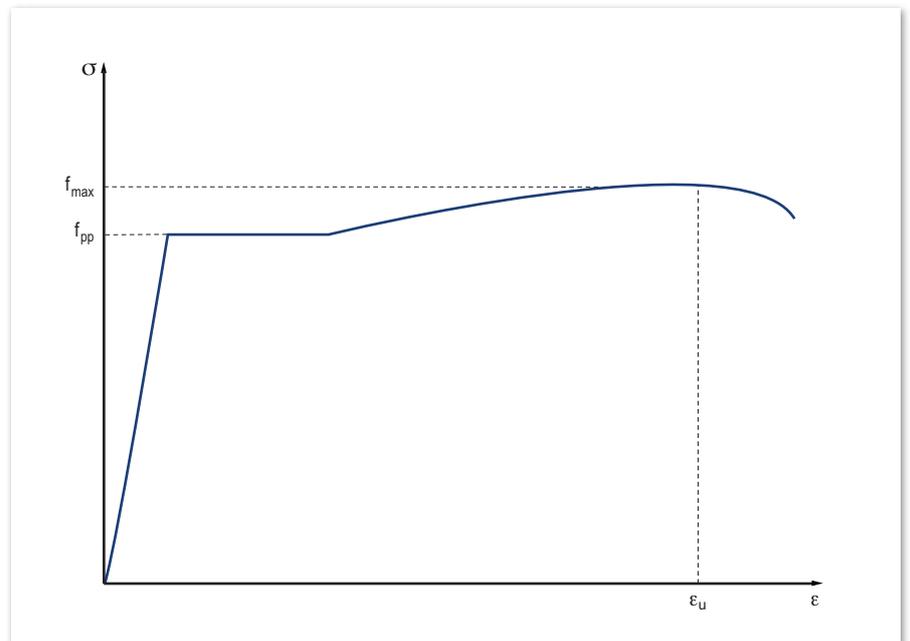


Schéma 4: diagramme contrainte-déformation pour acier d'armature.



Spécifications techniques

Forces de précontrainte

Bien que cela dépend de la norme utilisée, il est communément admis que la limite d'élasticité soit définie comme celle de la déformation irréversible du plastique de 0,1%. Dans ce cas, la contrainte de limite d'élasticité s'identifie par $f_{p0,1}$. Comme le montre le Schéma 5, la limite de proportionnalité, f_{pp} , est inférieure et habituellement déterminée comme contrainte ayant une déformation irréversible du plastique de 0,01%. Ce schéma montre aussi la force excessive maximale de $0,95 \cdot f_{p0,1}$, ainsi que la force de précontrainte maximale en termes de limite d'élasticité de $0,9 \cdot f_{p0,1}$, et encore la force maximale caractéristique de résistance à la traction de $0,8 \cdot f_{pk}$ conformément aux Eurocodes. Les forces de précontrainte peuvent dépendre des réglementations en vigueur sur le lieu d'installation.

Tableau 6 : Résistance à la rupture et caractéristiques typiques d'un toron

	MPa		
f_{pk}	1,770	1,820	1,860
$f_{p0,1}$	≈ 1,560	≈ 1,600	≈ 1,640

Les tableaux suivants montrent la force de précontrainte maximale, la force excessive de précontrainte maximale, ainsi que les forces de précontrainte typiques conformément aux diverses normes concernant les différentes tailles de câbles ou de torons.

La valeur des forces pour les torons ayant une résistance à la traction égale à 1770 MPa pourrait être fournie par les Tableaux 7 et 8 en appliquant une réduction par le facteur $f_r = 0,952$.

$$F_{p0,1-1770} = F_{p0,1-1860} \cdot f_r$$

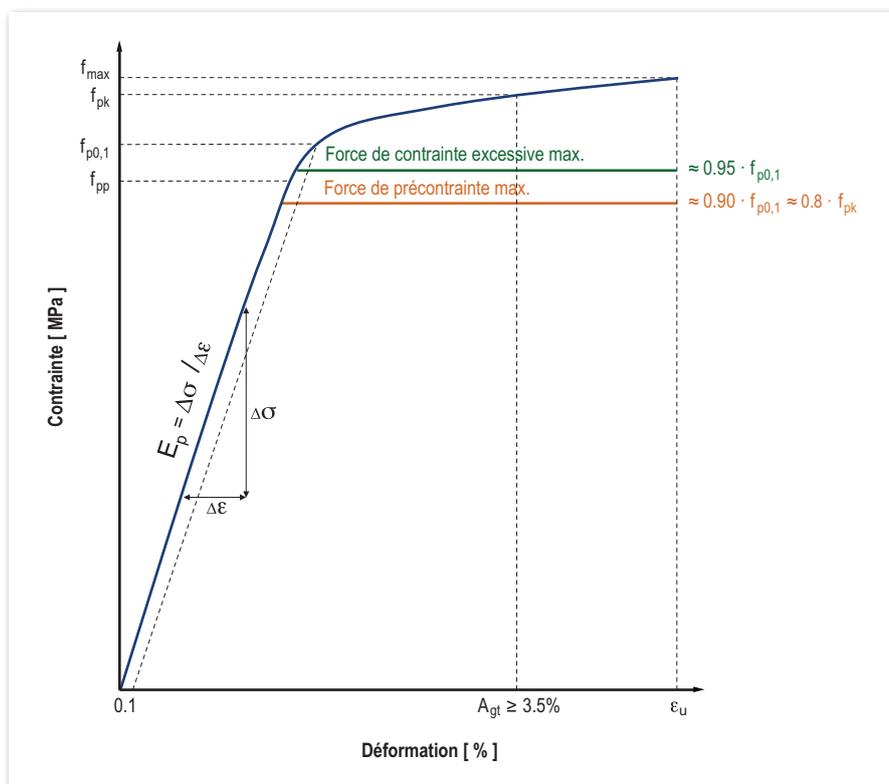


Schéma 5 : Diagramme contrainte-déformation de l'acier de précontrainte, et niveaux de contrainte pertinents

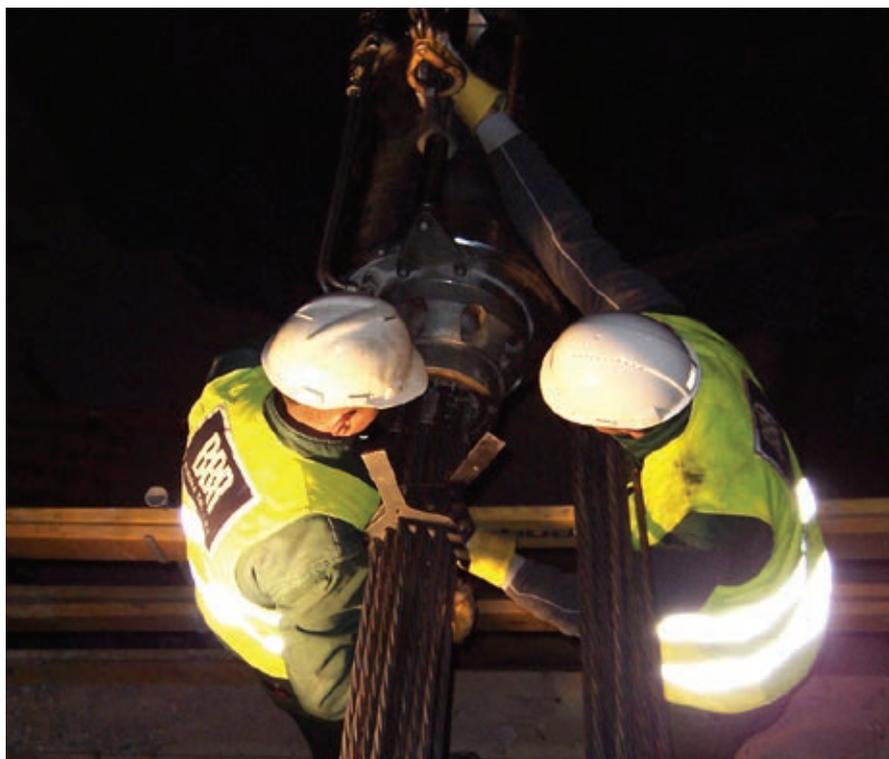


Tableau 7 : Force de précontrainte du toron **05-100**, 1 860

	Force de précontrainte maximale		Force de précontrainte maximale	Force de précontrainte excessive maximale	Valeur caractéristique de force maximale F_{pk}
	SIA	DIN	EN		
	Normes suisses	Normes allemandes	Normes européennes		
	$0.70 \cdot F_{pk} \approx$ $0.80 \cdot F_{p0.1}$	$0.85 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.75 \cdot F_{pk}$	$0.90 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.80 \cdot F_{pk}$	$0.95 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.85 \cdot F_{pk}$	
n 05 ¹⁾ Nombre de torons	kN				
01 05	130	140	148	156	186
02 05	260	279	295	312	372
03 05	391	418	443	467	558
04 05	521	558	590	623	744
07 05	911	976	1,033	1,091	1,302
12 05	1,562	1,673	1,771	1,870	2,232
19 05	2,474	2,649	2,804	2,960	3,534
31 05	4,036	4,321	4,576	4,830	5,766

Tableau 8 : Force de précontrainte du toron **06-150**, 1,860

	Force de précontrainte maximale				Force de précontrainte maximale	Force de précontrainte excessive maximale	Valeur caractéristique de force maximale			
	SIA		DIN		EN					
	$0.70 \cdot F_{pk} \approx$ $0.80 \cdot F_{p0.1}$		$0.85 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.75 \cdot F_{pk}$		$0.90 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.80 \cdot F_{pk}$		$0.95 \cdot F_{p0.1} \approx$ $0.85 \cdot F_{pk}$		F_{pk}	
	Désignation	n06-140	n06-150	n06-140	n06-150	n06-140	n06-150	n06-140	n06-150	n06-140
n 06 ¹⁾ Nombre de torons	kN									
01 06	182	195	195	209	206	221	218	234	260	279
02 06	364	391	389	418	412	443	435	467	520	558
03 06	546	586	584	627	618	664	653	701	780	837
04 06	728	781	779	836	824	886	870	935	1,040	1,116
05 06	910	977	973	1,046	1,031	1,107	1,088	1,169	1,300	1,395
06 06	1,092	1,172	1,168	1,255	1,237	1,328	1,305	1,402	1,560	1,674
07 06	1,274	1,367	1,363	1,464	1,443	1,550	1,523	1,636	1,820	1,953
08 06	1,456	1,562	1,557	1,673	1,649	1,771	1,740	1,870	2,080	2,232
09 06	1,638	1,758	1,752	1,882	1,855	1,993	1,958	2,103	2,340	2,511
12 06	2,184	2,344	2,336	2,509	2,473	2,657	2,611	2,804	3,120	3,348
13 06	2,366	2,539	2,530	2,718	2,679	2,878	2,828	3,038	3,380	3,627
15 06	2,730	2,930	2,920	3,137	3,092	3,321	3,263	3,506	3,900	4,185
16 06	2,912	3,125	3,114	3,346	3,298	3,542	3,481	3,739	4,160	4,464
19 06	3,458	3,711	3,698	3,973	3,916	4,207	4,133	4,440	4,940	5,301
22 06	4,004	4,297	4,282	4,600	4,534	4,871	4,786	5,141	5,720	6,138
24 06	4,368	4,687	4,672	5,018	4,946	5,314	5,221	5,609	6,240	6,696
25 06	4,550	4,883	4,866	5,228	5,153	5,535	5,439	5,843	6,500	6,975
27 06	4,914	5,273	5,256	5,646	5,565	5,978	5,874	6,310	7,020	7,533
31 06	5,642	6,054	6,034	6,482	6,389	6,863	6,744	7,245	8,060	8,649
37 06	6,734	7,226	7,202	7,737	7,626	8,192	8,049	8,647	9,620	10,323
42 06	7,644	8,203	8,175	8,782	8,656	9,299	9,137	9,815	10,920	11,718
43 06	7,826	8,398	8,370	8,991	8,862	9,520	9,355	10,049	11,180	11,997
48 06	8,736	9,374	9,343	10,037	9,893	10,627	10,442	11,218	12,480	13,392
55 06	10,010	10,742	10,706	11,501	11,336	12,177	11,965	12,854	14,300	15,345
61 06	11,102	11,913	11,874	12,755	12,572	13,505	13,271	14,256	15,860	17,019
69 06	12,558	13,476	13,431	14,428	14,221	15,277	15,011	16,125	17,940	19,251
73 06	13,286	14,257	14,209	15,264	15,045	16,162	15,882	17,060	18,980	20,367

1) voir Tableau 2 pour la spécification de torons. Les forces de précontrainte varient selon le lieu d'installation.

Perte de précontrainte

La force de précontrainte est appliquée au câble de post-tension à partir de l'extrémité prévue pour la mise en tension. En vue des différents types de perte de précontrainte – instantanée et à long terme – la force de précontrainte dans le câble varie selon l'emplacement, et ce tout au long de la vie de la structure.

Pertes instantanées

Les pertes instantanées sont principalement dues au frottement entre le câble et l'intérieur du conduit, au glissement aux ancrages et coupleurs, et à la déformation élastique du béton.

Pertes par frottement

La déviation angulaire voulue du câble et l'oscillation involontaire du toron produisent une friction entre les câbles et leur conduit, comme le montre le schéma 6. Plus particulièrement, quand le câble est contraint à une extrémité, et à cause de la disposition courbée du câble, les torons exerceront une pression sur la partie intérieure de la courbe réduisant ainsi la force de contrainte. De plus, l'oscillation involontaire réduit encore la force de précontrainte du câble. Ces deux sources de frottement pourraient être évaluées selon la loi de Coulomb, qui donne l'équation suivante :

$$F_x = F_0 \cdot e^{-(\mu \cdot \alpha + k \cdot x)}$$

Lorsque F_x représente la force de précontrainte à une distance x le long du câble, F_0 désigne la force de précontrainte à $x = 0$ m. μ est le coefficient de frottement, k est le coefficient d'oscillation, α est la somme des déplacements angulaires sur une distance x quelque soit la direction ou le signe/la charge, et x désigne l'emplacement le long du câble calculé à partir du point où la force de précontrainte équivaut à F_0 . Cette formule est démontrée par le Schéma 6. Le Tableau 9 montre les valeurs recommandées du coefficient d'oscillation et de frottement applicables aux divers kits de précontrainte par post-tension CONA CMX.

Les normes américaines évaluent typiquement les pertes par frottement avec l'équation suivante :

$$F_x = F_0 \cdot e^{-(\mu \cdot \alpha + k_{as} \cdot x)}$$

où k_{as} est un coefficient d'oscillation équivalent suite équation manquante

$$k_{as} = \mu \cdot k$$

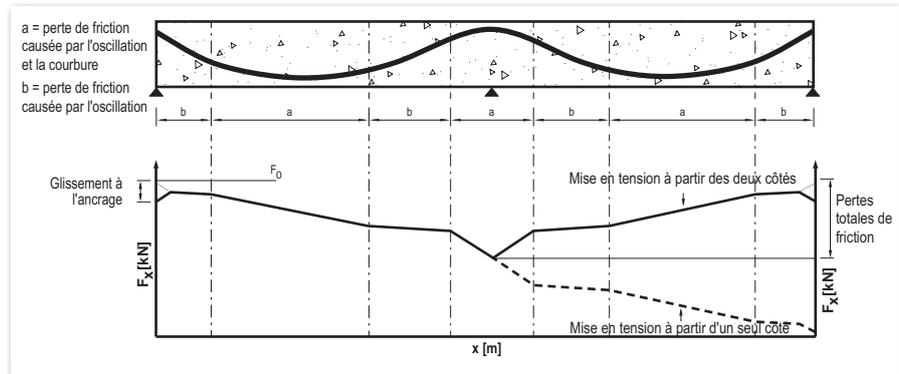


Schéma 6 : Concept des pertes instantanées

Glissement aux ancrages et coupleurs

Pendant le transfert des charges du vérin de mise en tension à l'ancrage, une portion de la charge initiale est perdue lors d'un glissement dans la zone d'ancrage. Ceci produit un rétrécissement du câble qui mène à une perte instantanée de la précontrainte. En général, le glissement que subissent les ancrages fixes et les coupleurs lors de la mise en tension est de 6 mm. Il convient de noter que pour les coupleurs mobiles, ce glissement est deux fois plus important. La perte de force qui résulte de cette rétraction de clavette peut être partiellement compensée par pre-seating les clavettes. La rétraction des clavettes peut être limitée à 4 mm à la mise en tension de l'ancrage et lors de la première phase de construction si chaque clavette est pre-seated avec une force approximative de 25 kN.

Rétrécissement élastique du béton

Quand la force du câble est transférée au béton, l'élément en béton rétrécit et le câble de précontrainte par post-tension rétrécit proportionnellement. La perte due à ce rétrécissement élastique peut être évaluée en appliquant la compatibilité de déformation. Ainsi, la réduction de la déformation dans le câble est égale à la déformation élastique finale du béton après le transfert des charges. L'hypothèse de compatibilité s'exprime comme suit :

$$\Delta F_p = F_0 \cdot \frac{E_p \cdot A_p}{E_p \cdot A_p + E_c \cdot A_c}$$

Où E_p , A_p et E_c , A_c sont respectivement les coefficients d'élasticité, l'aire de l'acier de précontrainte et du béton. Cette expression ne s'applique pas aux câbles tendus séquentiellement.

Pertes à long terme

Les pertes à long terme sont principalement causées par la relaxation de l'acier de précontrainte, le fluage et le retrait du béton. Ce fluage et ce retrait modifient au fil du temps la longueur des éléments en béton. Ces modifications sont suivies de changements de la longueur des câbles, produisant une perte de la force de précontrainte.

Le retrait du béton est une réduction du volume que subit le béton après avoir été exposé à un environnement d'humidité relative réduite. Le fluage du béton est une déformation liée à une contrainte constante au fil du temps. D'autre part, l'effet dit de relaxation est la contrepartie de ce fluage car, sous des contraintes constantes, la résistance du béton s'amointrit. Ces deux phénomènes - fluage du béton et relaxation du câble de précontrainte en acier - se produisent au fil du temps dans toute structure précontrainte par post-tension.

Tableau 9 : Paramètres typiques de friction des câbles

Type de conduit	Valeurs recommandées		Plage de valeurs	
	rad ⁻¹	k (rad/m)	rad ⁻¹	k (rad/m)
Conduit en acier ondulé	0.18	0.005	0.17 - 0.19	0.004 - 0.007
Conduit en acier lisse	0.18		0.16 - 0.24	
Conduit en plastique ondulé	0.12		0.10 - 0.14	
Conduit en plastique lisse	0.12		0.10 - 0.14	
Mono-toron (graissé/ciré)	0.06	0.009	0.05 - 0.07	0.004 - 0.010

Degré de remplissage, centre de gravité et excentricité

Le degré de filling (f) donne le coefficient de l'aire intérieure du conduit occupée par l'acier précontraint. En conséquence, le degré de remplissage est définie comme :

$$f = \frac{\text{surface transversale de l'acier de précontrainte}}{\text{surface transversale du diamètre intérieur du conduit}}$$

Ainsi, les valeurs de remplissage moindres indiquent une installation relativement ample des câbles - voir (b) dans le Schéma 7 - tandis qu'un degré supérieur des valeurs de remplissage indique un scénario plus serré pour les câbles - voir (a) dans le Schéma 7.

Les degrés de remplissage typiques pour des conduits ronds s'étalent entre 0,35 à 0,50. Cependant, dans des cas particuliers présentant un rayon de courbure minimal (par exemple pour les câbles en boucle), des valeurs de remplissage moindres ($f \sim 0,5-0,30$) pourraient être utilisées afin de faciliter l'installation du câble.

Dans le cas particulier de degrés de remplissage bas, le centre de gravité du faisceau de câbles (G.C.S.) pourrait mener à une distance considérable du centre de gravité du conduit (G.C.D.). Cette distance ou excentricité (e), pourrait être prise en considération lors de la phase de conception, car elle pourrait influencer significativement la stabilité globale de la structure.

Les graphiques du Schéma 8 montrent l'excentricité verticale des câbles de précontrainte par post-tension à l'intérieur d'un conduit rond pour des dimensions de câbles ayant entre 1 à 31 pour des torons de 05, puis de 1 à 73 pour des torons 06 respectivement.

Les degrés de remplissage égalent 0,25; 0,35; 0,40 et 0,45. Pour connaître les valeurs d'excentricité exactes et les dimensions habituelles des conduits, veuillez consulter les tableaux fournis dans la section Données Techniques.

Dans le cas de conduits plats ayant une rangée simple de torons - voir (c) dans le Schéma 7 - l'excentricité pourrait être évaluée selon la formule suivante :

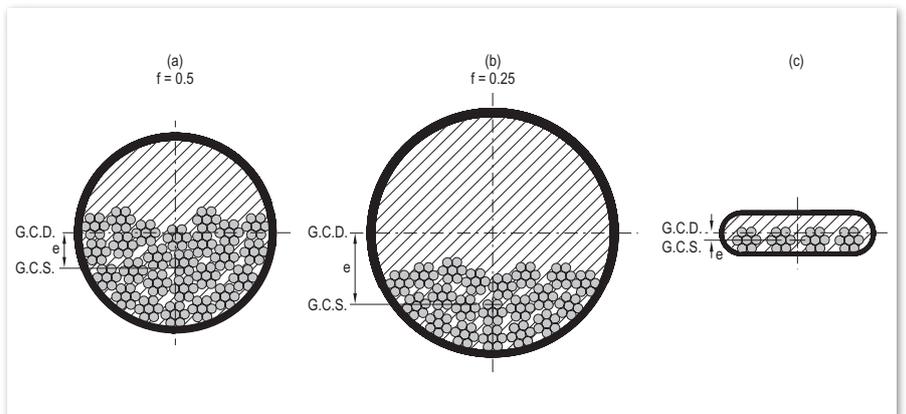


Schéma 7 : Degré du centre de gravité haute (a) et basse (b), degré de remplissage des conduits ronds et des conduits plats (c)

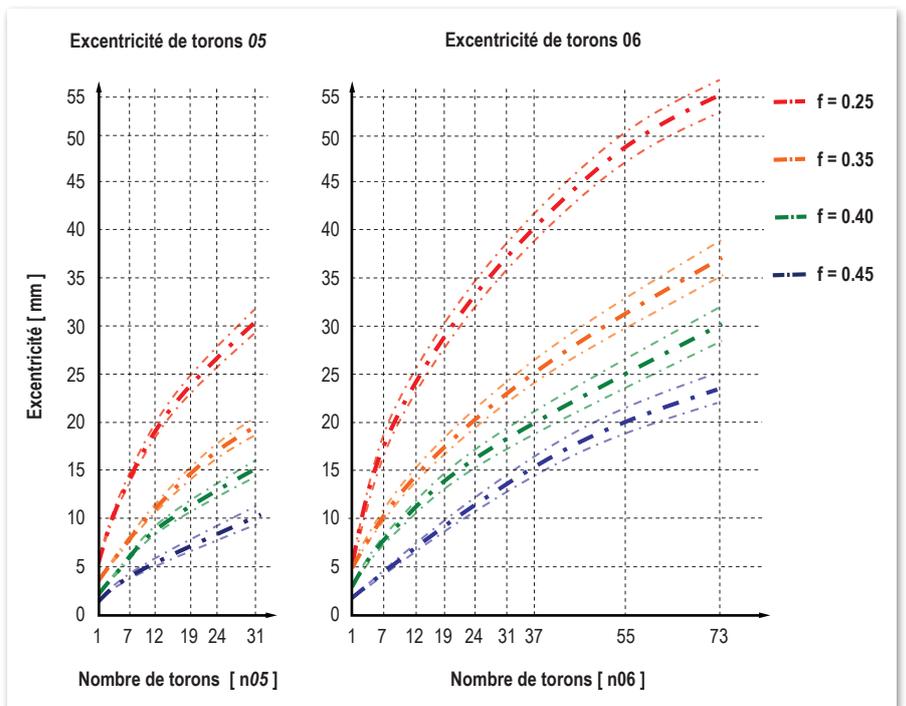


Schéma 8: Excentricité de câbles 05 et 06 dans un conduit rond.

$$e = \frac{1}{2} \cdot (d_1 - d)$$

Où d_1 est le diamètre intérieur du conduit, et d est le diamètre du câble de précontrainte. Cependant, l'excentricité d'un conduit plat est relativement réduite.

Rayons de courbature minimaux

L'expérience pratique et des modèles analytiques ont montré que la pression de contact entre les torons et le conduit, puis entre le conduit et le béton, augmente, de manière linéaire, selon la courbature du câble de précontrainte par post-tension. Ainsi, le rayon minimal de courbature d'un câble (R_{\min}), peut être exprimé en termes de la force de précontrainte du câble ($F_{pm,0}$), du diamètre du câble (par exemple: $d = 15,7$ mm), du diamètre intérieur du conduit (d_i), et de la pression de contact admise recommandée ($p_{R,max}$) selon l'équation suivante :

$$R_{\min} = \frac{2 \cdot F_{pm,0} \cdot d}{d_i \cdot p_{R,max}} > R_b$$

R_b est le rayon de courbature minimum et limitatif afin d'éviter une rupture causée par la flexion des torons.

Table 10: Limiting radius of curvature for 05 and 06 strands

Type of strands	R_b
	m
05	1.7
06	2.0

Quand le coefficient de stabilité (K_f) est précisément connu – comme, par exemple, pour les câbles CONA CMB - l'équation suivante peut être appliquée pour obtenir le rayon de courbature minimal :

$$R_{\min} = \frac{F_{pm,0} \cdot K_f}{n \cdot p_{R,max}}$$

Quand n représente le nombre de torons dans le câble, et K_f le nombre de torons superposés (voir Schéma 9).

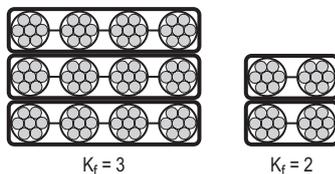


Figure 9: K_f factors in different strand configurations

Selon la résistance du béton lors de la mise en tension, un renforcement supplémentaire contre les contraintes de fissure peut être nécessaire dans les zones où le rayon de courbature minimal est réduit. Il s'agit de se conformer aux normes et aux réglementations concernant le rayon de courbature minimal ou de pression de contact admise en vigueur sur le lieu d'utilisation.

Les valeurs typiques recommandées pour la pression de contact admise pour les torons de précontrainte sont :

- $p_{R,max} = 140 - 200$ kN/m
CONA CMI et CONA CMF, câbles adhérents avec conduits en acier ondulé ou en plastique
- $p_{R,max} = 140 - 200$ kN/m
CONA CMB, câbles externes en bande
- $p_{R,max} = 350$ kN/m
CONA CME, câbles externes avec conduits lisses en acier ou en plastique
- $p_{R,max} = 800$ kN/m
CONA CMI, câbles adhérents en boucle avec conduits en acier lisse

Des tableaux de rayon de courbature minimal ont été pré-calculés et sont présentés dans la section Données techniques et pour chaque système. Les valeurs furent calculées sur la base d'une force de précontrainte de $0,85 \cdot F_{p0,1}$. Ainsi, les valeurs données sont prudentes et peuvent être appliquées à d'autres types de torons et d'autres forces de précontrainte. Pour les torons ayant une résistance à la traction de $f_{pk} = 1770$ MPa, les valeurs de diamètre intérieur du conduit (d_i) et de l'excentricité (e) demeurent constantes. Le rayon minimal (R_{\min}) représenté dans ces tableaux peut être réduit par le coefficient $R = 0,952$ en appliquant l'équation suivante :

$$R_{\min,1770} = f_R \cdot R_{\min,1860} > R_b$$

Longueur droite minimale à partir de l'ancrage

Aux ancrages et pour les coupleurs, la disposition des câbles devrait généralement prévoir une section minimale en ligne droite qui va au-delà de la trompette (voir Schéma 10). En présence de câbles continus, pour lesquels le taux de remplissage est de $0,35 \leq f \leq 0,50$, et qui ont un rayon de courbature minimal ou réduit après la trompette, la ligne droite minimale doit être de :

$$L_{\min} = 5 \cdot d_i \geq 250\text{mm}$$

D'autre part, pour les câbles continus ayant les taux de remplissage inférieurs ($0,25 \leq f \leq 0,30$), la ligne droite minimale doit être de :

$$L_{\min} = 8 \cdot d_i \geq 400\text{mm}$$

d_i = diamètre interne du conduit

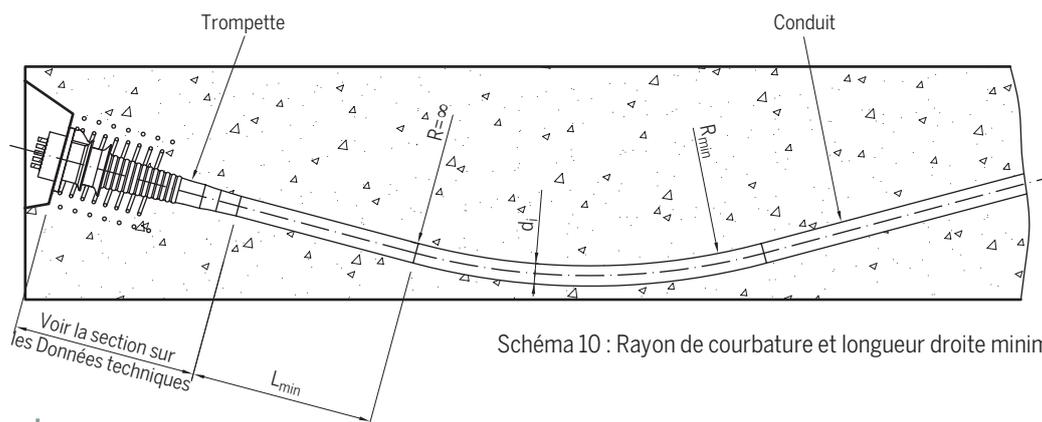
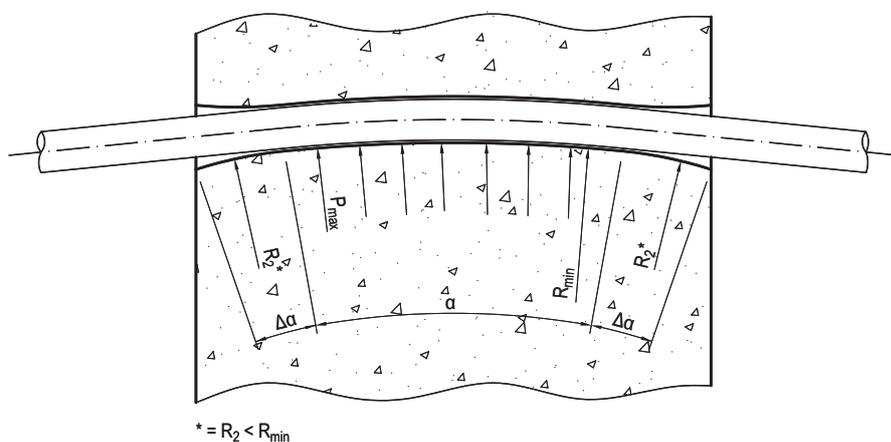


Schéma 10 : Rayon de courbature et longueur droite minimale

Déviateurs et selles pour la précontrainte par post-tension externe

Le déviateur, (voir Schéma 11), doit transférer les forces transversales (radiales par rapport au déviateur) et longitudinales (tangentes par rapport au déviateur) qui sont générées par le câble externe à la structure. De plus, les déviateurs doivent fournir une surface lisse au câble. Le déviateur peut être en acier ou en PEHD (ou équivalent) si les exigences structurales et de surface sont respectées.

Afin d'éviter tout vrillage du câble, il est recommandé d'appliquer une déviation supplémentaire ($\Delta\alpha$) de 3° avec $R_2 < R_{\min}$, comme montré dans le Schéma 11.



* = $R_2 < R_{\min}$

Schéma 11 : Rayon de courbature minimal dans les déviateurs et selles

Pour la mise en place du coulis, ou le remplissage des conduits avec de la graisse ou de la cire, de événements doivent être prévus, ou bien une injection de coulis à vide doit être effectuée.

Supports de câbles

Afin d'assurer un profil de câble adéquat et d'éviter la flottaison (déplacements causés par le bétonnage, ou bien des déconnexions causées par des chocs), les supports de câbles se doivent d'être espacés à intervalles réguliers. Généralement, l'espacement des supports doit être entre 1,0 et 1,8 m, bien qu'il devrait être réduit dans certains lieux :

- Espacement de 0,8 m à l'emplacement de la courbure maximale du câble,
- Espacement de 0,6 m chaque fois que le rayon de courbature minimal est inférieur à 4,0 m.

Veillez noter qu'un conduit mal sécurisé pourrait produire une oscillation excessive du câble et, donc, une perte supérieure due au frottement/de friction supérieure. De plus, une oscillation excessive ou bien l'alignement inadéquat du conduit, pourrait compliquer voire empêcher l'installation du câble.

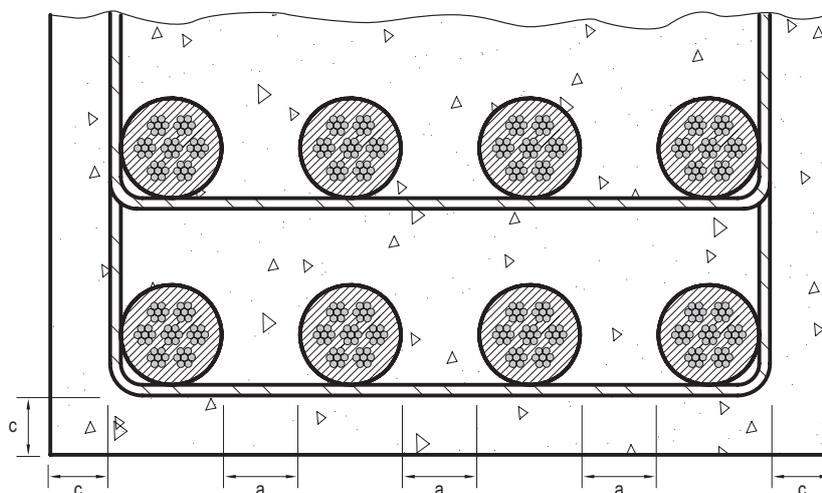


Schéma 12 : Support de câble selon la disposition et le renforcement des câbles

Pour les câbles isolés électriquement, et selon les réglementations en vigueur sur le lieu d'installation, le conduit en plastique pourrait bénéficier d'un support de gainage supplémentaire à l'emplacement de la courbure maximale du câble.

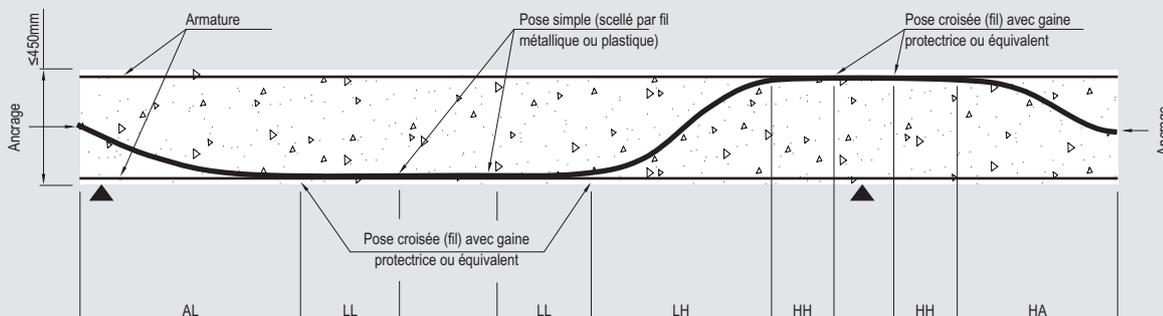
Disposition des câbles

La disposition des câbles dans la zone dite générale est montrée dans le Schéma 12. Les distances ci-dessous ont été respectées :

- couverture en béton (c);
- distance (a), supérieure au diamètre de gravier maximal avec suffisamment d'espace pour un béton en vibration.

Disposition libre de câbles avec CONA CMM les systèmes Simple et Mono-toron deux/quatre

La technique de disposition libre des câbles pour les applications non adhérentes, telles que le système CONA CMM Simple ou mono-toron deux/quatre, fut conçue en Autriche et offre une optimisation significative en termes de temps et de coût. Une économie de coûts de 20% a été atteinte. Cette méthode innovatrice permet la disposition des câbles sans support dans des dalles ayant une épaisseur inférieure à 450 mm. Un des bénéfices principaux de la méthode de disposition libre des câbles est que chaque câble n'est attaché qu'à deux points élevés de l'armature supérieure au-dessus des colonnes ou des murs de soutien. A la mi-portée, le câble est situé sur le renforcement inférieur. Aucun siège n'est requis entre le point supérieur et le point inférieur. Le profil vertical du câble a été examiné de manière détaillée et un drapé parabolique fut observé.



Sections		Distances maximales entre points de fixation
AL	Ancrage au point bas	3.0 m
LL	Point bas à point bas	1.0 m - 1.3 m
LH	Point bas à point haut	3.0 m
HH	Point haut à point haut	0.3m - 1.0 m
HA	Point haut à l'ancrage	1.5 m

Conception de la zone d'ancrage

Résistance du béton mise en tension

A la mise en tension, la résistance en compression moyenne du béton ($f_{cm,0}$) doit représenter au moins la valeur indiquée dans les grilles de travail, comme montré dans la section Données techniques ou Evaluation Technique Européenne pour les différents kits de câbles de précontrainte par post-tension de la gamme CONA CMX. L'échantillon de test du béton doit également être soumis aux mêmes conditions de durcissement que la structure. Tableau 11 montre la résistance en compression minimale du béton lors de la mise en tension – cylindrique et cubique – applicable aux différents kits CONA CMX. En utilisant un ancrage exclusif CONA CMI BT, l'application de la totalité de la charge est possible pour des résistances du béton bien inférieures que pour une configuration traditionnelle ayant une seule plaque d'appui.

Tableau 11 : force minimale du béton

	$f_{cm,cylinder}$	$f_{cm,cube}$
	MPa	
CONA CMI	≥ 19	≥ 23
CONA CME	≥ 19	≥ 23
CONA CMF	≥ 17	≥ 21
CONA CMM	≥ 18	≥ 22
CONA CMB	≥ 29	≥ 35

Précontrainte initiale partielle

Pour une précontrainte initiale partielle de 30 % de la précontrainte complète, la réelle résistance en compression moyenne du béton doit être d'au moins $0,5 \cdot f_{cm,0,cube}$ ou $0,5 \cdot f_{cm,0,cylindre}$. (Voir Schéma 13).

Renforcement localisé

Figure 14 montre une comparaison des répartitions longitudinales et transversales typiques des charges entre la traditionnelle ancrage avec plaque d'appui simple (CONA CMI SP) et un ancrage avec tromplaque d'appui CONA CMI BT. A l'ancrage, le point de chargement du béton produit localement des contraintes compressives et d'éclatement, tandis que le champ des contraintes se normalise vers la zone générale. La tromplaque d'appui CONA CMI BT permet une distance très réduite entre le centre et la bordure de l'ancrage par son transfert des charges tri-dimensionnel et exclusif, avec une réduction significative des pics de charges d'éclatement. Ce procédé

est disponible pour les systèmes interne (CMI), externe (CME) et plat (CMF).

Une cage en hélice pour l'armature de fretage est nécessaire dans la zone d'ancrage pour fournir une résistance à l'éclatement, tandis que des étriers complémentaires sont préconisés pour aider l'hélice à réduire la largeur des fissures en réponse à diverses conditions de charge. Le renforcement de cette zone localisée est donné par les grilles d'application dans le chapitre Données Techniques ou dans l'Evaluation Technique

Européen pour le système CONA CMX. Alors que la nuance d'acier nervuré $R_e > 500$ MPa est spécifiée pour l'armature de tous les kits CONA CMX, d'autres qualités alternatives d'acier d'armature, comme la nuance $R_e > 460$ MPa, peuvent être utilisées si le concepteur a étudié attentivement tous les aspects. Une armature qui dépasse le renforcement requis pour la structure peut être utilisée comme renforcement complémentaire dans la zone d'ancrage à condition qu'une installation appropriée soit possible.

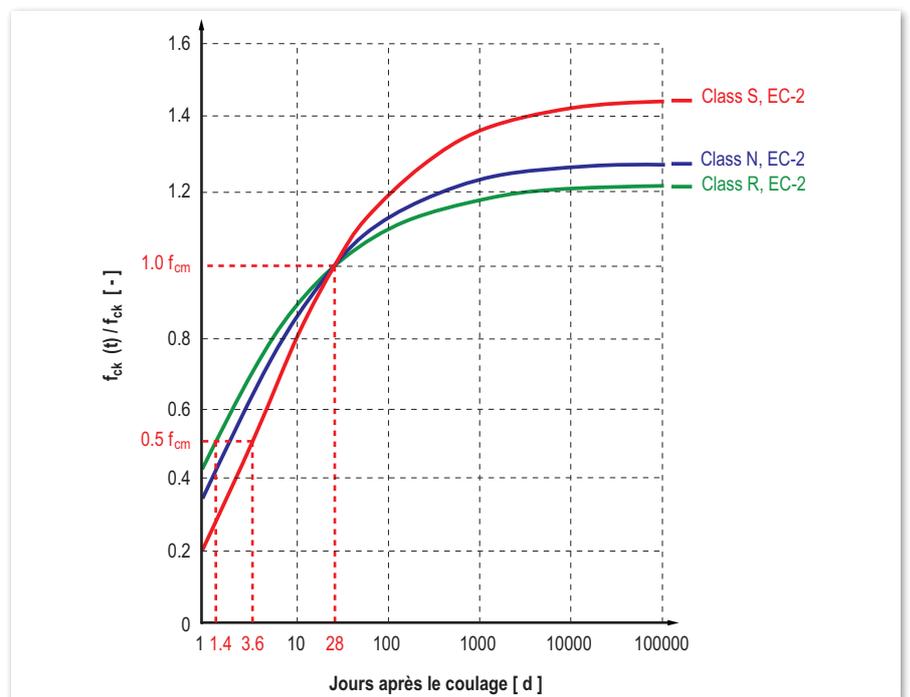


Schéma 13 : prise du béton

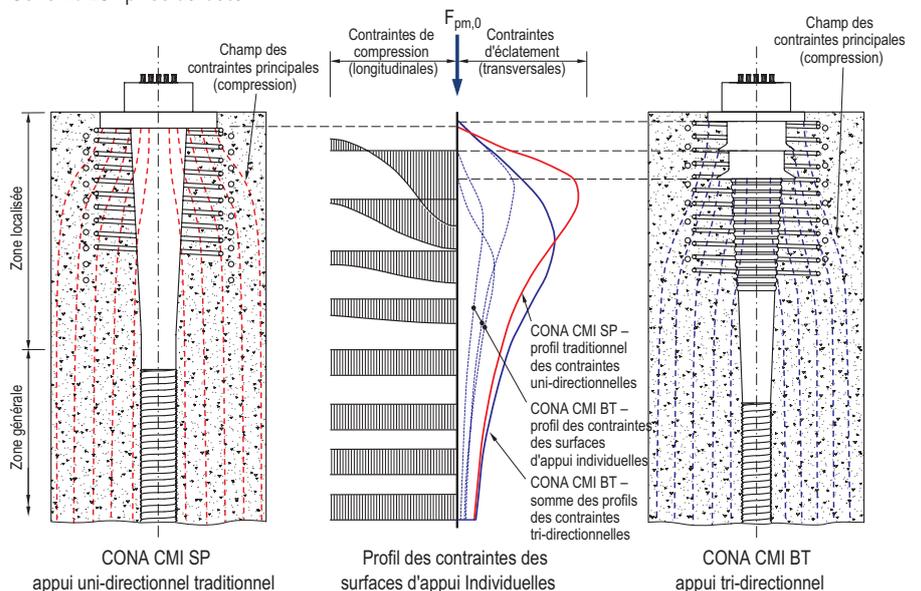


Schéma 14 : distribution des charges dans le béton produite par un câble de précontrainte

Espacement au centre et distance du bord

Entre chaque ancrage, les espacements au centre (a_c et b_c), et les distances du bord (a_g et b_g) - voir Schéma 15 - sont montrés dans les tableaux de référence qui figurent dans la section Données techniques et aussi donnés par les Evaluations Techniques Européennes pour le kit CONA CMX de précontrainte par post-tension Pour les applications spécifiques, ils sont fournis par des fiches techniques de BBR VT International Ltd., le détenteur de l'ETE. Généralement, ces distances doivent être observées, bien qu'une réduction de 15% soit permise pour les espacements au bord si les autres dimensions sont ajustées comme suit :

- La réduction ne s'applique que dans une seule direction, soit a_c soit b_c , tandis que la dimension correspondante doit être accrue en conséquence afin que l'aire du béton - $A_c = a_c \cdot b_c$ - demeure constante.
- Ces nouveaux espacements au centre (a_c et b_c), ne doivent pas être inférieurs au diamètre externe de l'hélice et doivent permettre le placement adéquat d'un renforcement supplémentaire (voir Schéma 15).

Les modifications des espacements au centre et distances au bord doivent respecter les expressions suivantes :

$$A_c = a_c \cdot b_c \leq a_g \cdot b_g$$

$$b_g \geq 0.85b_c \geq OD_{\text{Helix}}$$

$$a_g > \frac{A_c}{b_g}$$

Après l'application d'une réduction de 15% de l'espacement au centre, les modifications des distances au bord correspondantes sont :

$$a_g = \frac{a_c}{2} - 10 + c \quad b_g = \frac{b_c}{2} - 10 + c$$

où, dans la dernière expression, c se rapporte au recouvrement en béton. Pour ce dernier, il s'agit de se conformer aux normes et réglementations en vigueur sur le lieu d'installation. Si un espacement au centre et des distances au bord plus réduits sont requis, ou encore un renforcement en acier différent, veuillez contacter votre membre du réseau BBR le plus proche pour d'avantage d'information.

Dans le cas d'ancrages groupés, les renforcements supplémentaires de chaque ancrage peuvent être combinés, à condition qu'un ancrage approprié soit assuré.

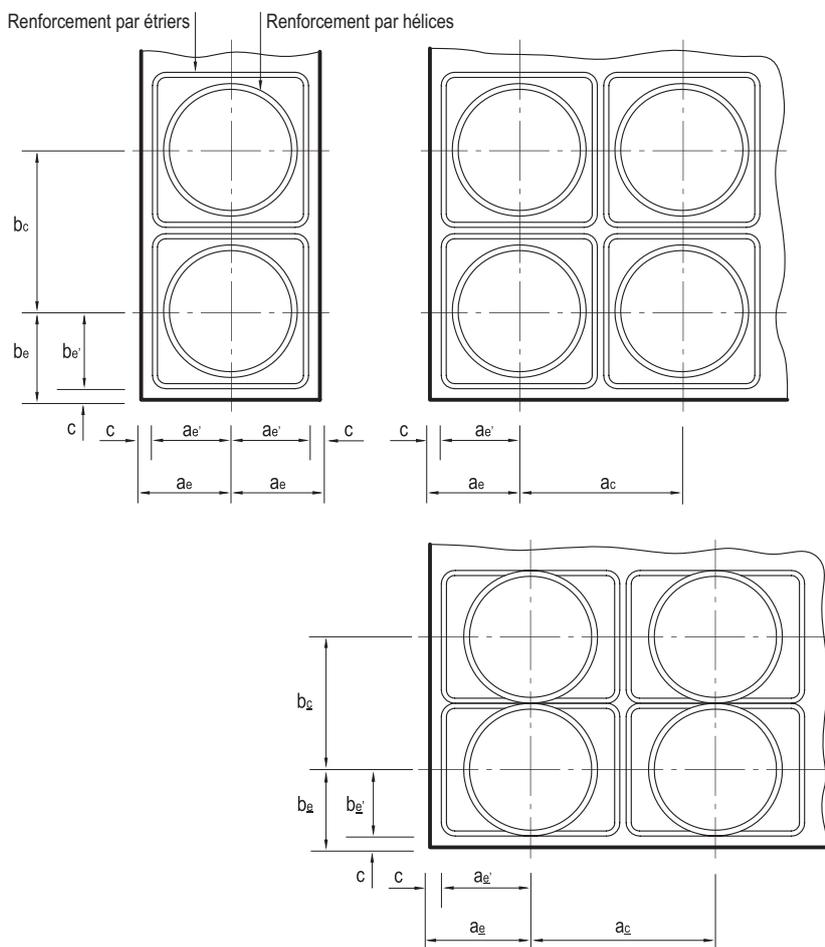
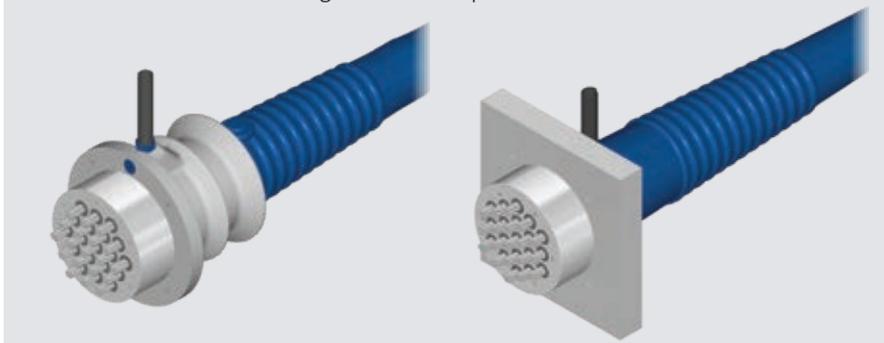


Schéma 15 : Dimensions d'espacement au centre des câbles et distances au bord.

Spécifications efficaces pour BBR VT CONA CMX

Le système CONA CMI BT (tromplaque d'appui) applique un transfert de charges tri-dimensionnel avancé et exclusif, et qui permet de réduire significativement les distances au bord et au centre des ancres, ainsi que l'application de la pleine charge de précontrainte par post-tension aux bétons de très faible résistance. Le système CONA CMI SP (plaque carrée) est plus traditionnel avec son transfert de charges uni-dimensionnel à la structure en béton. Cela est également le cas pour CME et CMF.



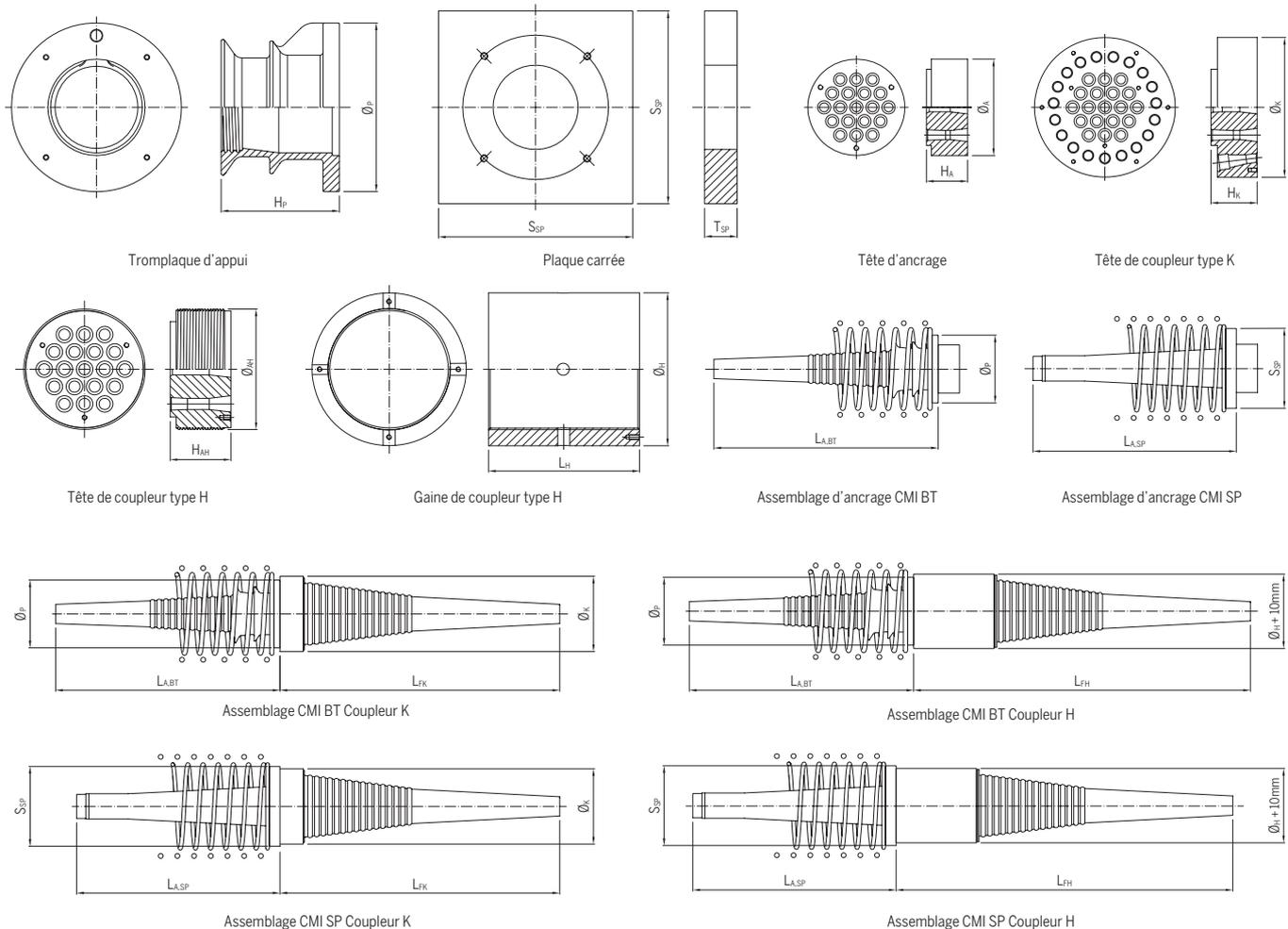


Dimensions et spécifications - CONA CMI BT et SP

Tableau 12 : CONA CMI dimensions des composants

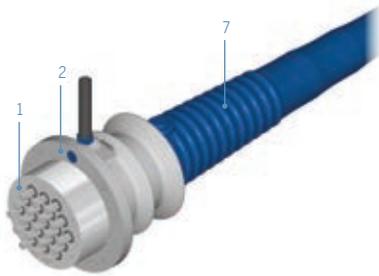
Nombre de torons				01	02	03	04	05	06	07	08	09	12	13
Tromplaque d'appui	Diamètre	\varnothing_p	mm	-	130	130	130	170	170	170	195	225	225	240
	Hauteur	H_p	mm	-	120	120	120	128	128	128	133	150	150	160
Plaque carrée ¹⁾	Longueur de côté	S_{SP}	mm	80	140	145	155	185	190	205	225	255	265	285
	Hauteur	T_{SP}	mm	20	20	20	25	30	35	35	35	35	35	40
Tête d'ancrage	Diamètre nominal	\varnothing_A	mm	50	90	100	100	130	130	130	150	160	160	180
	Hauteur tête A1-A4	H_A	mm	50	50	50	50	50	55	55	60	60	65	72
	Hauteur tête A5-A8		mm	65	65	65	65	65	65	65	65	65	70	72
Tête de coupleur type K	Diamètre	\varnothing_K	mm	-	185	185	185	205	205	205	240	240	240	290
	Hauteur	H_K	mm	-	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90
Coupler head type H	Diamètre nominal	\varnothing_{AH}	mm	50	90	95	100	130	130	130	150	160	160	180
	Hauteur tête H1	H_{AH}	mm	50	50	50	55	55	60	65	65	70	80	80
	Hauteur tête H2		mm	65	65	65	65	65	65	65	65	65	70	80
Gaine de coupleur type H	Diamètre	\varnothing_H	mm	69	111	121	130	160	164	167	189	200	210	230
	Longueur de gaine	L_H	mm	180	180	180	180	180	190	200	200	210	230	230
Assemblages	Ancrage BT	$L_{A,BT}$	mm	-	296	296	296	432	432	432	721	738	623	819
	Ancrage SP	$L_{A,SP}$	mm	-	441	441	446	431	436	436	690	774	774	834
	Coupleur K	L_{FK}	mm	-	555	555	555	725	725	725	935	935	820	980
	Coupleur H	L_{FH}	mm	-	650	650	650	820	830	840	1,045	1,055	960	1,120

1) Les dimensions de la plaque carrée peuvent être optimisées selon la résistance du béton lors du transfert des charges. Veuillez contacter le membre du BBR Network le plus proche ou consulter le document ETE pour CONA CMI.





15	16	19	22	24	25	27	31	37	42	43	48	55	61	69	73	91	
280	280	280	310	325	360	360	360	400	425	485	485	485	520	Sur demande			
195	195	195	206	227	250	250	250	275	290	340	340	340	350				
320	330	340	370	390	405	415	440	480	510	520	550	595	620				
45	45	50	55	55	60	65	60	70	70	75	80	90	90				
200	200	200	225	240	255	255	255	285	300	320	325	335	365				
75	80	85	95	100	100	105	110	-	-	-	-	-	-				
75	80	85	95	100	100	105	110	120	130	130	140	150	155				
290	290	290	310	340	390	390	390	-	-	-	-	-	-				
90	95	95	105	120	125	125	130	-	-	-	-	-	-				
200	200	200	225	240	255	255	255	285	300	320	325	335	365				
80	85	95	100	100	100	105	115	-	-	-	-	-	-				
80	85	95	100	100	100	105	115	125	135	135	145	160	160				
256	256	266	293	309	324	327	335	370	392	410	422	440	472				
240	250	270	270	280	280	300	320	340	360	360	380	410	410				
854	854	739	886	1,063	1,086	1,086	971	1,295	1,310	1,538	1,538	1,418	1,594				
939	939	944	1,072	1,251	1,210	1,215	1,210	1,340	1,385	1,581	1,586	1,596	1,772				
980	985	870	945	1,210	1,390	1,390	1,280	-	-	-	-	-	-				
1,130	1,140	1,045	1,110	1,370	1,545	1,565	1,470	Sur demande									



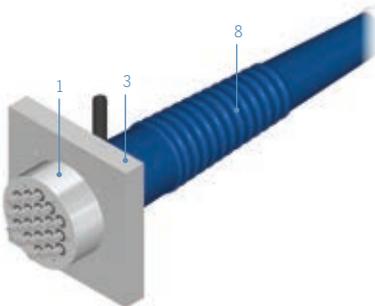
CONA CMI BT Ancre



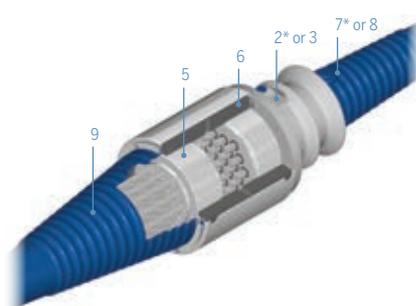
CONA CMI Coupleur mobile K



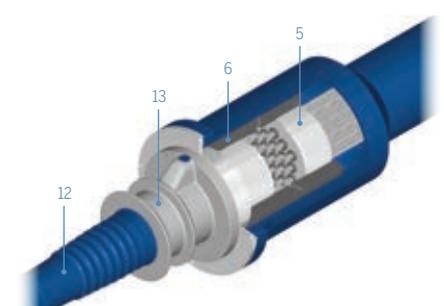
CONA CMI EIT



CONA CMI SP Ancre



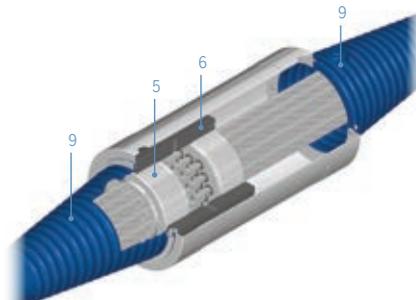
CONA CMI Coupleur H



CONA CMI EIT Coupleur H



CONA CMI Coupleur K



CONA CMI Coupleur mobile H

- 1 – Tête d'ancrage
 - 2 – Tromplaque d'appui
 - 3 – Plaque carrée
 - 4 – Tête de coupleur type K
 - 5 – Tête de coupleur type H
 - 6 – Gaine de coupleur type H
 - 7 – Trompette type A
 - 8 – Trompette type A SP
 - 9 – Trompette type K
 - 10 – Anneau d'acier
 - 11 – Disque d'isolation
 - 12 – Trompette type E
 - 13 – Tromplaque d'appui type E
 - 14 – BBR VT Conduit plastique
- * – Montré

Rayons minimums de courbure - CONA CMI BT/SP

CONA CMI rayons minimums de courbure

Dans les Tableaux 13 et 14, les rayons minimums de courbure (R_{min}), l'excentricité (e) et le diamètre intérieur du conduit (d_i) sont indiqués selon divers degrés de filling (f), pour une force prédéterminée de précontrainte du câble de $0,85 F_{p0,1}$ et une pression de contact admissible de 140 kN/m ou de 200 kN/m.

Rayons minimums de courbure - câble en boucle

Dans le Tableau 15, les rayons minimums de courbure (Rmin), le diamètre extérieur du conduit (d_o) et l'épaisseur du conduit (t) sont indiqués avec les valeurs correspondantes des excentricités (e) et les degrés de filling (f). Cependant, d'autres tailles de conduit

peuvent être utilisées, en tenant dûment compte de l'épaisseur de paroi minimale donnée dans la colonne de droite du tableau. Ainsi, des tailles différentes de conduit modifient les valeurs d'excentricité et les rayons minimums de courbure.

Tableau 13 : CONA CMI rayons minimums de courbure et excentricité pour les torons **06-140 1,860** et $p_{R,max} = 140$ and 200 kN/m

Degré de remplissage	f ≈ 0.35				f ≈ 0.40				f ≈ 0.45			
	d_i	R_{min}		e	d_i	R_{min}		e	d_i	R_{min}		e
		140 kN/m	200 kN/m			140 kN/m	200 kN/m			140 kN/m	200 kN/m	
		mm	m			mm	m			mm	m	
01 06	23*	2.0	2.0	4	20	2.1	2.0	3	20	2.1	2.0	3
02 06	35	2.4	2.0	7	35	2.4	2.0	6	35	2.4	2.0	6
03 06	40	3.2	2.2	6	35	3.6	2.6	2	35	3.6	2.6	2
04 06	45	3.8	2.6	7	40	4.3	3.0	3	40	4.3	3.0	3
05 06	50*	4.3	3.0	8	45	4.7	3.3	4	45	4.7	3.3	4
06 06	55	4.6	3.2	9	50*	5.1	3.6	6	50*	5.1	3.6	6
07 06	60*	5.0	3.5	10	55	5.4	3.8	7	55	5.4	3.8	7
08 06	65	5.2	3.7	11	60*	5.7	4.0	8	55	6.2	4.3	4
09 06	70	5.5	3.8	13	65	5.9	4.1	10	60	6.4	4.5	6
12 06	80	6.4	4.5	15	75*	6.8	4.8	12	70	7.3	5.1	8
13 06	80	6.9	4.8	15	75*	7.4	5.2	10	70	7.9	5.5	6
15 06	85*	7.5	5.3	14	80	8.0	5.6	10	75*	8.5	6.0	7
16 06	90	7.6	5.3	16	85*	8.0	5.6	12	80	8.5	6.0	9
19 06	100*	8.1	5.7	19	90	9.0	6.3	11	85*	9.5	6.7	8
22 06	105	8.9	6.2	19	100*	9.4	6.6	15	95	9.9	6.9	11
24 06	110	9.3	6.5	20	105	9.7	6.8	16	100*	10.2	7.1	12
25 06	115*	9.2	6.5	22	105	10.1	7.1	15	100	10.6	7.4	11
27 06	115*	10.0	7.0	20	110	10.4	7.3	16	105	10.9	7.7	13
31 06	125	10.6	7.4	22	120	11.0	7.7	19	110	12.0	8.4	12
37 06	135	11.7	8.2	23	130*	12.1	8.5	19	120	13.1	9.2	13
42 06	145	12.3	8.6	25	135	13.2	9.3	20	130*	13.7	9.6	16
43 06	150	12.2	8.5	28	140	13.1	9.1	20	130*	14.1	9.9	15
48 06	155	13.2	9.2	30	145	14.1	9.9	21	140	14.6	10.2	17
55 06	165	14.2	9.9	29	155	15.1	10.6	22	145	16.1	11.3	18
61 06	175	14.8	10.4	32	165	15.7	11.0	23	155	16.7	11.7	18
69 06	185	15.9	11.1	34	175	16.8	11.7	25	165	17.8	12.5	19
73 06	195	15.9	11.1	36	180	17.3	12.1	26	170	18.3	12.8	20

Lorsque les BBR VT Conduits plastiques figurent dans les Tableaux 13 et 14 (suivis d'un *), veuillez consulter l'Évaluation Technique Européenne appropriée ou contacter votre représentant BBR le plus proche.



Tableau 14 : CONA CMI rayons minimums de courbure et excentricité pour les torons **06-150 1,860** et $p_{R,max} = 140$ and 200 kN/m

Degree of filling n 06 Degré de remplissage ($A_p = 150 \text{ mm}^2$)	$f \approx 0.35$				$f \approx 0.40$				$f \approx 0.45$			
	d_i	R_{min}		e	d_i	R_{min}		e	d_i	R_{min}		e
		140 kN/m	200 kN/m			140 kN/m	200 kN/m			140 kN/m	200 kN/m	
	mm	m		mm	mm	m		mm	mm	m		mm
01 06	23*	2.0	2.0	4	23*	2.0	2.0	4	20	2.3	2.0	2
02 06	35	2.7	2.0	6	35	2.7	2.0	6	35	2.7	2.0	6
03 06	40	3.5	2.5	6	40	3.5	2.5	6	35	4.0	2.8	1
04 06	45	4.2	2.9	6	45	4.2	2.9	6	40	4.7	3.3	2
05 06	50*	4.7	3.3	8	50*	4.7	3.3	8	45	5.2	3.6	3
06 06	55	5.1	3.6	8	55	5.1	3.6	8	50*	5.6	3.9	5
07 06	60*	5.5	3.8	9	60*	5.5	3.8	9	55	6.0	4.2	6
08 06	65	5.8	4.0	11	60*	6.3	4.4	6	60*	6.3	4.4	7
09 06	70	6.0	4.2	12	65	6.5	4.4	9	60*	7.0	4.9	4
12 06	80	7.0	4.9	14	75*	7.5	5.3	11	70	8.0	5.6	7
13 06	85*	7.2	5.0	16	80	7.6	5.3	13	75*	8.1	5.7	9
15 06	90	7.8	5.5	16	85*	8.3	5.8	13	80	8.8	6.2	9
16 06	95	7.9	5.5	18	85*	8.8	6.2	11	85*	8.8	6.2	10
19 06	100*	8.9	6.2	17	95	9.4	6.6	14	90	9.9	6.9	10
22 06	110	9.4	6.6	21	100*	10.3	7.2	13	95	10.9	7.6	10
24 06	115*	9.8	6.9	21	105	10.7	7.5	15	100*	11.3	7.9	11
25 06	115*	10.2	7.1	20	110	10.7	7.5	17	105	11.2	7.8	14
27 06	120	10.6	7.4	21	115*	11.0	7.7	18	105	12.1	8.4	11
31 06	130*	11.2	7.8	24	120	12.1	8.5	17	115*	12.6	8.8	14
37 06	140	12.4	8.7	25	130*	13.3	9.3	19	125	13.9	9.7	15
42 06	150	13.1	9.2	26	140	14.1	9.8	21	135	14.6	10.2	17
43 06	155	13.0	9.1	28	145	13.9	9.7	22	135	14.9	10.5	16
48 06	160	14.1	9.8	29	150	15.0	10.5	24	145	15.5	10.9	21
55 06	175	14.7	10.3	31	160	16.1	1.3	26	150	17.2	12.0	21
61 06	180	15.9	11.1	33	170	16.8	11.8	27	160	17.9	12.5	22
69 06	195	16.6	11.6	35	180	18.0	12.6	29	170	19.0	13.3	23
73 06	200	17.1	12.0	37	185	18.5	13.0	30	175	19.6	13.7	23

Tableau 15 : CONA CMI rayons minimums de courbure et excentricité pour les câbles en boucle avec $p_{R,max} = 800$ kN/m

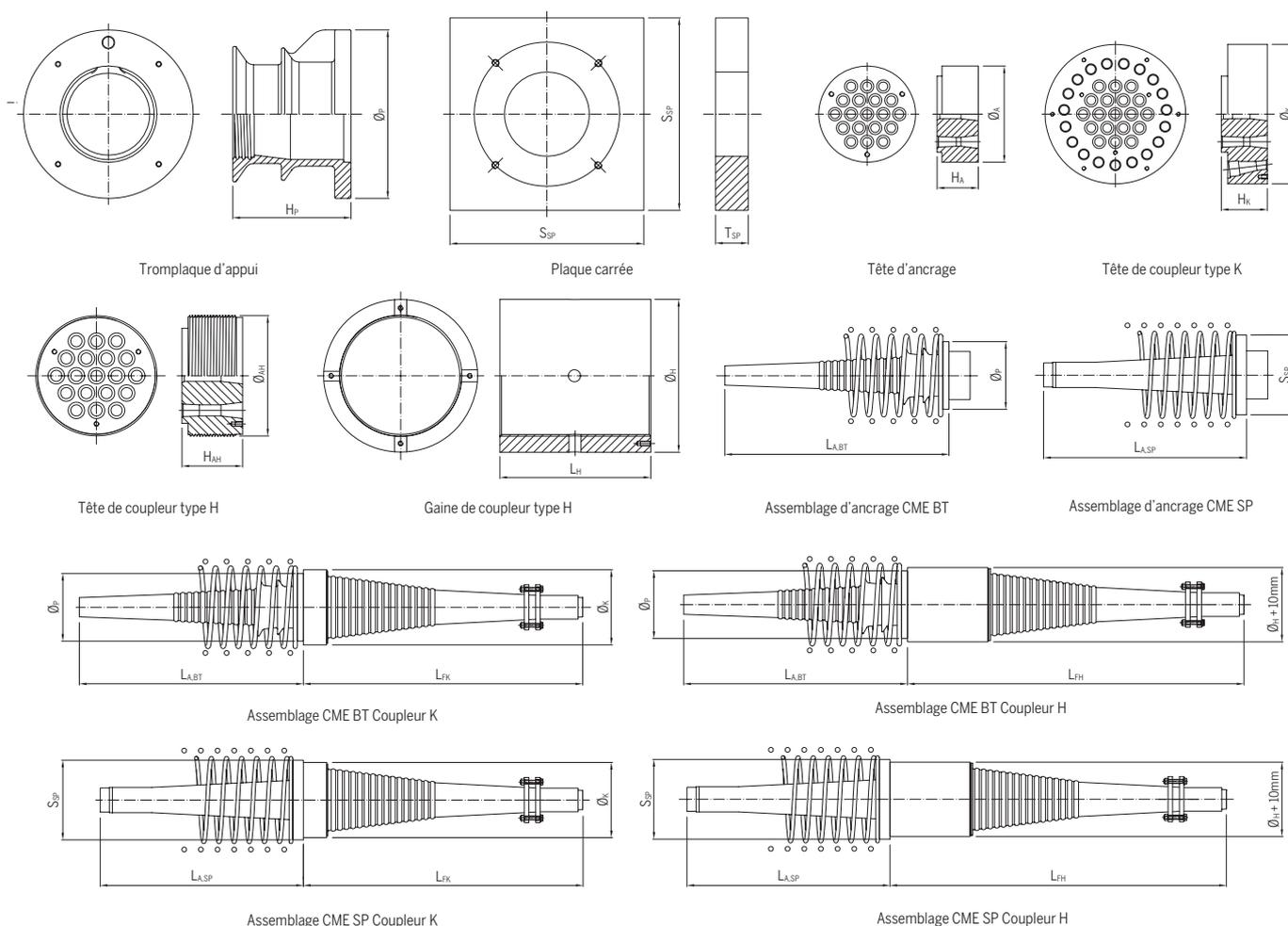
n 06 Nombre de torons	06-140 1,860					06-150 1,860					Epaisseur de paroi min.
	d_o	t	R_{min}	e	f	d_o	t	R_{min}	e	f	t_{min}
	mm	mm	m	mm	-	mm	mm	m	mm	-	mm
04 06	60.3	2.9	0.5	13	0.24	60.3	2.9	0.6	12	0.26	1.5
07 06	76.1	2.9	0.7	17	0.25	76.1	2.9	0.8	19	0.27	1.5
09 06	82.5	3.2	0.9	19	0.28	88.5	3.2	0.9	23	0.26	1.5
12 06	95.0	3.6	1.0	21	0.28	95.0	3.6	1.21	22	0.30	1.5
13 06	101.6	3.6	1.0	23	0.26	101.6	3.6	1.1	25	0.28	1.5
15 06	108.0	3.6	1.1	26	0.26	114.3	3.6	1.1	26	0.25	2.0
19 06	121.0	4.0	1.3	28	0.27	121.0	4.0	1.3	29	0.28	2.0
22 06	133.0	4.0	1.3	31	0.25	133.0	4.0	1.4	33	0.27	2.0
24 06	139.7	4.0	1.4	32	0.25	139.7	4.0	1.5	35	0.26	2.0
25 06	139.7	4.0	1.4	33	0.26	139.7	4.0	1.5	35	0.28	2.0
27 06	139.7	4.0	1.5	35	0.28	152.4	4.5	1.5	39	0.25	3.0
31 06	152.4	4.5	1.6	37	0.27	159.0	4.5	1.7	40	0.26	3.0

Dimensions et spécifications - CONA CME BT/SP

Tableau 16 : CONA CME dimensions des composants

Nombre de torons				01	02	03	04	05	06	07	08	09	12	13
Tromplaque d'appui	Diamètre	\varnothing_p	mm	-	130	130	130	170	170	170	195	225	225	240
	Hauteur	H_p	mm	-	120	120	120	128	128	128	133	150	150	160
Plaque carrée	Longueur de côté	S_{SP}	mm	80	140	145	155	185	190	205	225	255	265	285
	Hauteur	T_{SP}	mm	20	20	20	25	30	35	35	35	35	35	40
Tête d'ancrage	Diamètre nominal	\varnothing_A	mm	50	90	100	100	130	130	130	150	160	160	180
	Hauteur tête A1-A4	H_A	mm	50	50	50	50	50	55	55	60	60	65	72
	Hauteur tête A5-A8		mm	65	65	65	65	65	65	65	65	65	70	72
Tête de coupleur type K	Diamètre	\varnothing_K	mm	-	185	185	185	205	205	205	240	240	240	290
	Hauteur	H_K	mm	-	85	85	85	85	85	85	90	90	90	90
Tête de coupleur type H	Diamètre nominal	\varnothing_{AH}	mm	50	90	95	100	130	130	130	150	160	160	180
	Hauteur tête H1	H_{AH}	mm	50	50	50	55	55	60	65	65	70	80	80
	Hauteur tête H2		mm	65	65	65	65	65	65	65	65	70	80	80
Gaine de coupleur type H	Diamètre	\varnothing_H	mm	69	111	121	130	160	164	167	189	200	210	230
	Longueur de gaine	L_H	mm	180	180	180	180	180	190	200	200	210	230	230
Assemblages	Ancre BT	L_{ABT}	mm	-	296	296	296	432	432	432	721	738	623	819
	Ancre SP	L_{ASP}	mm	-	441	441	446	431	436	436	690	774	774	834
	Coupleur K	L_{FK}	mm	-	503	503	503	535	535	535	668	668	668	783
	Coupleur H	L_{FH}	mm	-	400	400	400	475	485	495	920	930	770	930

1) Les dimensions de la plaque carrée peuvent être optimisées selon la résistance du béton lors du transfert des charges. Veuillez contacter votre représentant BBR le plus proche ou consulter le document ETE pour CONA CME.

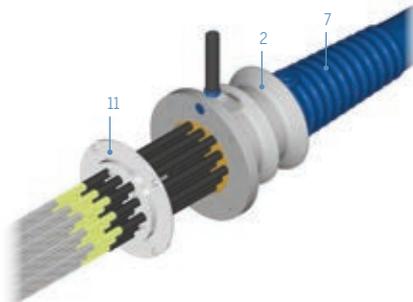




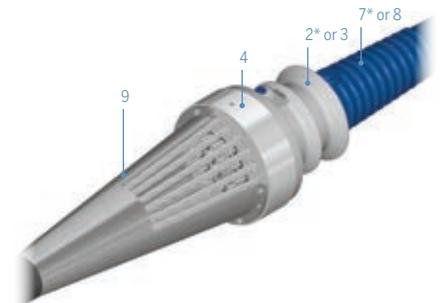
15	16	19	22	24	25	27	31	37	42	43	48	55	61	69	73	91
280	280	280	310	325	360	360	360	400	425	485	485	485	520	Sur demande		
195	195	195	206	227	250	250	250	275	290	340	340	340	350			
320	330	340	370	390	405	415	440	480	510	520	550	595	620			
45	45	50	55	55	60	65	60	70	70	75	80	90	90			
200	200	200	225	240	255	255	255	285	300	320	325	335	365			
75	80	85	95	100	100	105	110	-	-	-	-	-	-			
75	80	85	95	100	100	105	110	120	130	130	140	150	155			
290	290	290	310	340	390	390	390	-	-	-	-	-	-			
90	95	95	105	120	125	125	130	-	-	-	-	-	-			
200	200	200	225	240	255	255	255	285	300	320	325	335	365			
80	85	95	100	100	100	105	115	-	-	-	-	-	-			
80	85	95	100	100	100	105	115	125	135	135	145	160	160			
256	256	266	293	309	324	327	335	370	392	410	422	440	472			
240	250	270	270	280	280	300	320	340	360	360	380	410	410			
854	854	739	886	1,063	1,086	1,086	971	1,295	1,310	1,538	1,538	1,418	1,594			
939	939	944	1,072	1,251	1,210	1,215	1,210	1,340	1,385	1,581	1,586	1,596	1,772			
783	788	788	823	937	1,079	1,079	1,084	-	-	-	-	-	-			
940	950	970	1,040	1,320	1,320	1,340	1,200	Sur demande								



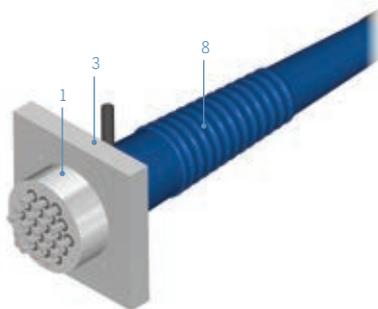
CONA CME BT Ancrage



CONA CME BT avec mono-torons



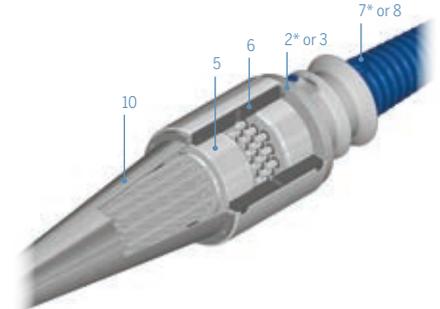
CONA CME Coupleur K



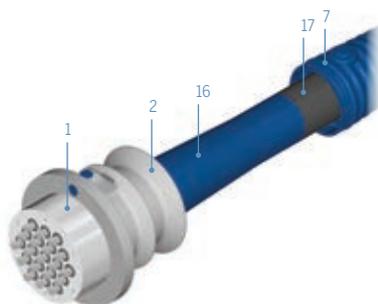
CONA CME SP Ancrage



CONA CME EIT **



CONA CME Coupleur H



CONA CME Echangeable

- 1 – Tête d'ancrage
 - 2 – Tromplaque d'appui
 - 3 – Plaque carrée
 - 4 – Tête de coupleur type K
 - 5 – Tête de coupleur type H
 - 6 – Gaine de coupleur type H
 - 7 – Trompette type A
 - 8 – Trompette type A SP
 - 9 – Trompette type CME-K
 - 10 – Trompette type CME-H
 - 11 – Plaque de scellement temporaire
 - 12 – Tromplaque d'appui type E
 - 13 – Anneau d'acier
 - 14 – Disque d'isolation
 - 15 – Trompette type E
 - 16 – Trompette intérieure type E
 - 17 – Conduit lisse en plastique
- * – Montré
** – Echangeable également possible

Rayons minimums de courbure - CONA CME BT/SP

Rayons minimums de courbure

Les rayons minimums de courbure (R_{min}), l'excentricité (e), le diamètre externe du conduit (d_o), et l'épaisseur minimum de paroi du conduit (t_{min}) donnés par le Tableau 17 correspondent à la force de précontrainte du câble de $0,85 F_{p0,1}$, un diamètre de torons de 15,3 mm (06-140 1 860) ou de 15,7 mm (06-150 1 860) et à une pression de contact admise de 350 kN/m. Ces diamètres des conduits entraînent des degrés de remplissage de 0,25 à 0,35, adaptés aux câbles longs ayant des rayons minimums de courbure. Un degré de remplissage supérieur - jusqu'à $f = 0,45$ - est possible pour des

câbles plus courts avec des rayons de courbure supérieurs. Le coefficient standard pour l'épaisseur du paroi au diamètre extérieur ne doit pas être inférieur à 1/25 ou au minimum 3,0 mm pour les conduits en plastique, et à 1/65 ou au minimum 1,5 mm pour les conduits en acier.

Pour obtenir les tableaux de rayons minimums de courbure lorsqu'on utilise une cire de remplissage, veuillez consulter l'Évaluation Technique Européenne pour le système BBR VT CONA CME.

Tableau 17 : CONA CME rayons minimums de courbure pour les torons **06-140** et **06-150** 1,860 et $p_{R,max} = 350$ kN/m

Type de conduit n 06 Nombre de torons	Conduit en plastique					Conduit en plastique $\approx 1,5 \cdot R_{min}$					Conduit en acier				
	d_o mm	t_{min} mm	R_{min} m	e mm	f -	d_o mm	t_{min} mm	R_{min} m	e mm	f -	d_o mm	t mm	R_{min} m	e mm	f -
01 06	32	3.0	2.0	9	0.28	32	3.0	3.0	8	0.28	33	1.5	2.0	6	0.21
02 06	40	3.0	2.0	12	0.33	40	3.0	3.0	12	0.33	42	1.5	2.0	14	0.25
03 06	50	3.7	2.0	8	0.32	50	3.0	3.0	9	0.30	48	1.5	2.0	10	0.28
04 06	50	3.7	2.0	6	0.42	63	2.4	3.0	15	0.23	48	1.5	2.0	6	0.38
05 06	63	4.3	2.0	11	0.32	63	2.4	3.0	13	0.28	60	1.5	2.0	12	0.29
06 06	63	4.3	2.0	9	0.39	75	4.5	3.0	16	0.26	60	1.5	2.0	10	0.35
07 06	75	5.6	2.0	12	0.33	75	4.5	3.0	14	0.31	64	1.5	2.0	10	0.36
08 06	75	5.6	2.2	10	0.38	75	4.5	3.3	12	0.35	68	1.5	2.0	11	0.36
09 06	75	5.6	2.2	8	0.42	75	4.5	3.3	10	0.39	73	1.5	2.2	12	0.35
12 06	90	5.4	2.5	14	0.37	90	4.3	3.8	15	0.35	83	1.5	2.5	15	0.36
13 06	90	4.3	2.5	14	0.37	90	4.3	3.8	14	0.37	89	2.0	2.5	15	0.34
15 06	110	5.3	2.7	21	0.29	110	4.2	4.1	24	0.28	89	2.0	2.7	13	0.40
16 06	110	5.3	2.7	19	0.31	110	4.2	4.1	21	0.30	102	2.0	2.7	21	0.32
19 06	110	5.3	3.0	17	0.37	110	4.2	4.5	19	0.35	102	2.0	3.0	17	0.38
22 06	125	6.0	3.2	23	0.33	125	4.8	4.8	24	0.32	114.3	2.0	3.2	21	0.35
24 06	125	6.0	3.3	21	0.36	125	4.8	5.0	22	0.34	114.3	2.0	3.3	19	0.38
25 06	125	6.0	3.3	19	0.37	125	4.8	5.0	20	0.36	121	2.0	3.3	21	0.35
27 06	125	6.0	3.5	17	0.40	125	4.8	5.3	18	0.39	127	2.5	3.5	23	0.35
31 06	140	6.7	3.7	22	0.37	140	5.4	5.6	22	0.35	127	2.5	3.7	19	0.40
37 06	140	6.7	4.0	16	0.44	140	5.4	6.0	18	0.42	141	2.5	4.0	22	0.38
42 06	160	7.7	4.5	24	0.38	160	6.2	6.8	26	0.37	168	3.0	4.5	36	0.31
43 06	160	7.7	4.5	23	0.39	160	6.2	6.8	25	0.38	168	3.0	4.5	35	0.31
48 06	180	8.6	4.5	31	0.35	180	6.9	6.8	33	0.33	168	3.0	4.5	31	0.35
55 06	180	8.6	5.2	25	0.40	180	6.9	7.8	27	0.38	168	3.0	5.2	25	0.40
61 06	200	9.6	5.5	34	0.36	200	7.7	8.3	36	0.34	168	3.0	5.5	21	0.44
69 06	225	12.8	5.6	45	0.33	225	10.3	8.4	53	0.32	193	3.0	5.6	29	0.38
73 06	225	12.8	5.7	39	0.35	225	10.3	8.6	48	0.33	193	3.0	5.9	22	0.40



Tableau 18 : CONA CME rayons minimums de courbure pour les torons **06-140** et **06-150** 1,860

Type de conduit	Conduit plastique					Conduit acier				
n 06 Nombre de torons	d _o mm	t mm	R _{min} m	e mm	f -	d _o mm	t mm	R _{min} m	e mm	f -
01 06	32	2.4	2.0	4	0.49	34	1.5	2.0	6	0.38
02 06	50	3.7	2.0	9	0.40	48	1.5	2.0	8	0.36
03 06	63	4.7	2.0	12	0.38	48	1.5	2.0	5	0.53
04 06	75	5.6	2.0	14	0.35	57	1.5	2.0	8	0.50
05 06	75	5.6	2.0	13	0.44	60	1.5	2.0	7	0.56
06 06	75	5.6	2.0	10	0.53	76	1.5	2.0	13	0.41
07 06	90	5.4	2.0	16	0.40	76	1.5	2.0	12	0.47
08 06	90	5.4	2.0	15	0.46	76	1.5	2.0	11	0.54
09 06	90	5.4	2.5	12	0.52	83	1.5	2.5	12	0.51
12 06	110	5.3	2.5	19	0.44	95	1.5	2.5	14	0.51
13 06	110	5.3	2.5	19	0.47	95	1.5	2.5	15	0.55
15 06	125	5.3	2.5	24	0.41	114	2.0	2.5	21	0.45
16 06	125	5.3	2.5	21	0.44	114	2.0	2.5	20	0.48
19 06	125	5.3	2.5	18	0.52	114	2.0	2.5	13	0.57
22 06	140	5.4	2.5	23	0.48	127	2.0	2.5	18	0.52
24 06	140	5.4	2.5	20	0.52	140	2.0	2.5	24	0.47
25 06	140	5.4	2.5	18	0.54	140	2.5	2.5	24	0.50
27 06	140	5.4	2.5	15	0.58	152	2.5	2.5	24	0.45
31 06	160	6.2	2.5	23	0.51	159	2.5	2.5	26	0.47
37 06	180	6.9	2.5	29	0.48	168	2.5	2.5	27	0.50
42 06	180	6.9	2.5	24	0.55	178	3.0	2.5	27	0.51
43 06	180	6.9	2.5	23	0.56	178	3.0	2.5	26	0.52
48 06	200	7.7	2.5	29	0.51	194	3.0	2.5	31	0.49
55 06	225	8.6	2.5	38	0.46	219	3.0	2.5	41	0.44
61 06	225	8.6	2.5	33	0.51	219	3.0	2.5	36	0.49
69 06	250	9.6	2.5	40	0.47	244	3.0	2.5	46	0.44
73 06	250	11.9	2.5	36	0.52	244	3.0	2.5	45	0.47

Conditions de renforcement et espacement - CONA CMI/CME BT

Tableau 19: CONA CMI/CME BT espacement zone d'ancrage et renforcement localisé pour des torons 06-150 1,860

CONA CMI/CME BT n06			02 06					03 06					04 06					05 06				
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35
Hélice : diamètre ext.		mm	160	160	160	160	155	160	160	160	160	155	180	160	160	160	155	200	195	195	195	195
Diamètre des barres		mm	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Spire		mm	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	50	50	60	50
Nombre de spires			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5
Distance	E	mm	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	18	18	18	18	18
Nombre d'étriers			3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4
Diamètre des barres		mm	8	8	8	8	8	8	10	8	8	10	12	12	10	10	12	12	12	12	12	12
Espacement		mm	55	55	55	55	55	45	45	45	45	55	60	55	45	45	55	55	50	50	65	50
Distance	F	mm	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	33	33	33	33	33
Dimensions ext. Min.	A = B	mm	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	220	200	190	190	190	250	230	230	230	230
Espacement au centre	$a_c = b_c$	mm	210	210	210	210	205	210	210	210	210	205	235	215	210	210	205	265	250	250	250	250
Distance au bord (+ c)	$a_e' = b_e'$	mm	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	110	100	95	95	95	125	115	115	115	115

CONA CMI/CME BT n06			13 06					15 06					16 06					19 06				
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35
Hélice : diamètre ext.		mm	375	330	300	280	270	375	330	315	305	305	375	330	320	310	305	420	360	360	330	325
Diamètre des barres		mm	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Spire		mm	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Nombre de spires			8	8	8	7	6	9	9	8	7	7	9	9	9	8	7	10	10	9	9	8
Distance	E	mm	23	23	23	23	23	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Nombre d'étriers			7	6	6	6	7	7	6	5	6	5	7	6	5	6	6	7	7	7	7	7
Diamètre des barres		mm	12	14	14	14	14	14	16	16	16	16	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Espacement		mm	55	60	55	60	45	60	65	65	55	60	60	65	65	60	60	65	65	65	65	60
Distance	F	mm	40	40	40	40	40	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Dimensions ext. Min.	A = B	mm	410	370	340	320	310	440	400	360	350	350	450	410	370	360	350	490	450	410	390	370
Espacement au centre	$a_c = b_c$	mm	425	390	355	340	325	455	415	380	365	365	470	430	390	375	365	510	465	425	410	390
Distance au bord (+ c)	$a_e' = b_e'$	mm	205	185	170	160	155	220	200	180	175	175	225	205	185	180	175	245	225	205	195	185

CONA CMI/CME BT n06			37 06					42 06					43 06					48 06				
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35
Hélice : diamètre ext.		mm	-	580	580	580	580	-	630	630	630	630	-	670	670	670	670	-	710	710	710	710
Diamètre des barres		mm	-	16	16	16	16	-	16	16	16	16	-	16	16	16	16	-	16	16	16	16
Spire		mm	-	50	50	50	50	-	50	50	50	50	-	50	50	50	50	-	50	50	50	50
Nombre de spires			-	11	11	11	11	-	12	12	12	12	-	12	12	12	12	-	13	13	13	13
Distance	E	mm	-	40	40	40	40	-	45	45	45	45	-	45	45	45	45	-	45	45	45	45
Nombre d'étriers			-	9	9	9	9	-	10	10	10	10	-	10	10	10	10	-	11	11	11	11
Diamètre des barres		mm	-	20	20	20	20	-	20	20	20	20	-	20	20	20	20	-	20	20	20	20
Espacement		mm	-	70	70	70	70	-	70	70	70	70	-	70	70	70	70	-	70	70	70	70
Distance	F	mm	-	50	50	50	50	-	55	55	55	55	-	55	55	55	55	-	55	55	55	55
Dimensions ext. Min.	A = B	mm	-	660	660	660	660	-	720	720	720	720	-	740	740	740	740	-	790	790	790	790
Espacement au centre	$a_c = b_c$	mm	-	680	680	680	680	-	735	735	735	735	-	755	755	755	755	-	805	805	805	805
Distance au bord (+ c)	$a_e' = b_e'$	mm	-	330	330	330	330	-	360	360	360	360	-	370	370	370	370	-	395	395	395	395

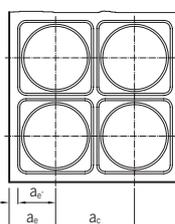
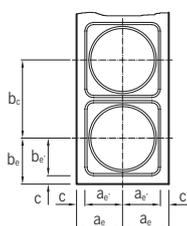
1) Si un espacement au centre et une distance au bord inférieurs sont nécessaires, veuillez consulter la page 42 pour nos conseils concernant cette réduction. 2) Tout renforcement par hélice ou étrier se fera avec un acier d'armature nervuré de qualité 500 MPa. La nuance d'acier 460 MPa pourrait être utilisée si un étrier complémentaire de taille équivalente est placé à la même distance de la zone d'ancrage. Les espacements d'étriers indiqués devront être réduits en conséquence. 3) Le diamètre de barre de 14 mm peut être remplacé par un diamètre de 16 mm.



06 06					07 06					08 06					09 06					12 06				
23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43
19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35
200	200	195	195	195	230	200	200	200	200	270	230	225	220	220	280	260	255	250	250	330	280	275	260	250
10	10	10	10	10	12	12	12	12	12	14	12	12	12	12	14	12	12	12	12	14	14	14	14	14
45	50	50	60	50	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
6	5	5	5	5	6	6	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	4	5	3	4	5	4	4	4	4	4	6	5	4	5	5	5	5	4	5	7	6	5	5	6
12	12	12	12	12	14	14	12	14	14	12	12	12	14	14	12	14	12	14	14	12	14	16	16	14
50	55	45	65	50	55	60	55	55	55	70	45	50	55	50	60	55	55	65	55	60	55	70	70	50
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
270	250	230	230	230	290	270	240	240	240	310	290	260	260	260	330	300	290	290	290	390	350	320	310	290
290	265	250	250	250	310	285	260	255	255	330	305	280	275	275	350	320	310	310	310	405	370	340	325	310
135	125	115	115	115	145	135	120	120	120	155	145	130	130	130	165	150	145	145	145	195	175	160	155	145

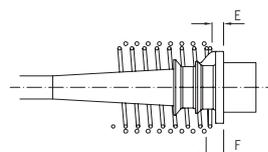
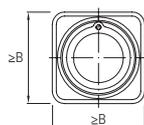
22 06					24 06					25 06					27 06					31 06				
23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43	23	28	34	38	43
19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35	19	23	28	31	35
475	420	390	360	340	475	430	410	360	360	520	430	420	390	380	520	475	440	420	390	560	520	475	430	430
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
10	10	9	9	8	11	11	10	10	9	11	11	10	10	9	11	11	10	10	9	11	11	12	10	9
31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
6	7	8	7	8	7	7	7	7	8	7	6	7	7	7	8	7	7	8	8	9	8	8	8	8
20	20	20	20	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
80	75	65	65	50	80	80	70	65	55	80	90	70	60	60	80	80	75	60	60	80	75	70	65	60
46	46	46	46	46	47	47	47	47	47	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
530	480	440	420	400	560	510	460	440	420	570	520	470	450	430	590	540	490	470	440	630	580	530	500	480
550	500	460	440	420	575	525	480	460	435	590	535	485	465	450	610	555	505	485	460	650	595	545	520	495
265	240	220	210	200	280	255	230	220	210	285	260	235	225	215	295	270	245	235	220	315	290	265	250	240

55 06					61 06				
23	28	34	38	43	23	28	34	38	43
19	23	28	31	35	19	23	28	31	35
-	780	780	780	780	-	850	850	850	850
-	20	20	20	20	-	20	20	20	20
-	60	60	60	60	-	60	60	60	60
-	13	13	13	13	-	14	14	14	14
-	50	50	50	50	-	55	55	55	55
-	11	11	11	11	-	12	12	12	12
-	20	20	20	20	-	20	20	20	20
-	75	75	75	75	-	75	75	75	75
-	55	55	55	55	-	60	60	60	60
-	860	860	860	860	-	920	920	920	920
-	875	875	875	875	-	940	940	940	940
-	430	430	430	430	-	460	460	460	460

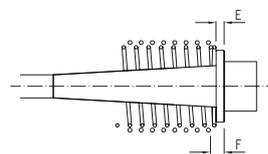
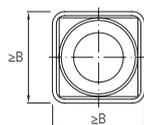


$$a_e = a_e' + c$$

$$b_e = b_e' + c$$



CMI/CME BT Assemblage d'ancrage



CMI/CME SP Assemblage d'ancrage

4) Un toron ayant un diamètre nominal de 15,3 mm, une section transversale de 140 mm² ou une résistance à la traction caractéristique inférieure à 1860 MPa, peut également être utilisé.

Conditions de renforcement et espacement - CONA CMI/CME SP

Tableau 20 : CONA CMI/CME SP espacement zone d'ancrage et renforcement localisé pour des torons **06-150 1,860**

CONA CMI/CME SP n06			01 06						02 06						03 06						04 06					
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38
Hélice : diamètre ext.		mm	100	100	75	75	75	75	130	130	100	100	100	100	165	160	130	130	120	120	195	190	165	150	145	140
Diamètre des barres		mm	10	10	10	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Spire		mm	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Nombre de spires			3	3	2.5	2.5	2.5	2.5	4	4	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4	4	4	4	5	5	4.5	4.5	4.5	4.5
Distance	E	mm	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25
Nombre d'étriers			2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	6	5	5	5	4	3	5	4	4	4
Diamètre des barres		mm	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10
Espacement		mm	80	75	70	65	60	60	110	110	60	55	90	90	80	80	30	35	35	35	65	90	45	55	50	50
Distance	F	mm	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45	45
Dimensions ext. Min.	A = B	mm	100	95	85	80	75	75	150	145	130	125	115	115	185	180	165	155	150	145	215	210	190	180	170	165
Espacement au centre	$a_c = b_c$	mm	120	115	105	100	95	95	170	165	150	145	135	135	205	200	185	175	170	165	235	230	210	200	190	185
Distance au bord (+ c)	$a_e' = b_e'$	mm	50	50	45	40	40	40	75	75	65	65	60	60	95	90	85	80	75	75	110	105	95	90	85	85

CONA CMI/CME SP n06			12 06						13 06						15 06						16 06					
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38
Hélice : diamètre ext.		mm	325	320	290	280	270	260	340	330	305	290	280	270	370	350	325	300	290	280	390	370	340	330	310	310
Diamètre des barres		mm	12	12	12	14	14	14	12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Spire		mm	45	45	50	50	50	50	45	45	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Nombre de spires			8	8	7	6.5	6.5	5.5	8.5	8	7	7	6.5	6	8.5	8	7.5	7.5	7	6.5	8.5	8.5	8	7.5	7.5	6.5
Distance	E	mm	35	35	35	35	35	35	40	40	40	40	40	40	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Nombre d'étriers			7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	6	7	6	6	7
Diamètre des barres		mm	14	14	16	16	16	16	14	14	16	16	16	16	14	14	16	16	16	16	14	14	16	16	16	16
Espacement		mm	55	65	55	60	60	55	65	70	65	65	60	60	70	80	70	70	65	65	70	80	60	70	65	55
Distance	F	mm	55	55	55	55	55	55	60	60	60	60	60	60	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Dimensions ext. Min.	A = B	mm	385	375	345	325	310	300	405	390	360	340	320	310	435	420	390	370	350	340	450	435	400	380	360	350
Espacement au centre	$a_c = b_c$	mm	410	395	365	345	330	320	425	410	380	360	340	330	455	440	410	390	370	360	470	455	420	400	380	370
Distance au bord (+ c)	$a_e' = b_e'$	mm	195	190	175	165	155	150	205	195	180	170	160	155	220	210	195	185	175	170	225	220	200	190	180	175

CONA CMI/CME SP n06			31 06						37 06						42 06						43 06					
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38
Hélice : diamètre ext.		mm	560	540	480	430	430	430	620	620	620	620	620	620	660	660	660	660	660	660	670	670	670	670	670	670
Diamètre des barres		mm	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Spire		mm	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Nombre de spires			11	11	10	10	9	8.5	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14
Distance	E	mm	60	60	60	60	60	60	70	70	70	70	70	70	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Nombre d'étriers			8	7	10	9	8	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Diamètre des barres		mm	20	20	20	20	20	20	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Espacement		mm	80	95	60	65	70	65	60	60	60	60	60	60	65	65	65	65	65	65	70	70	70	70	70	70
Distance	F	mm	80	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	90	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Dimensions ext. Min.	A = B	mm	630	605	560	535	515	500	695	695	695	695	695	695	745	745	745	745	745	745	755	755	755	755	755	755
Espacement au centre	$a_c = b_c$	mm	650	625	580	555	535	520	715	715	715	715	715	715	765	765	765	765	765	765	775	775	775	775	775	775
Distance au bord (+ c)	$a_e' = b_e'$	mm	315	305	280	270	260	250	350	350	350	350	350	350	375	375	375	375	375	375	380	380	380	380	380	380

1) Si un espacement au centre et une distance au bord inférieurs sont nécessaires, veuillez consulter la page 42 pour nos conseils concernant cette réduction. 2) Tout renforcement par hélice ou étrier se fera avec un acier d'armature nervuré de qualité 500 MPa. La nuance d'acier 460 MPa pourrait être utilisée si un étrier complémentaire de taille équivalente est placé à la même distance de la zone d'ancrage. Les espacements d'étriers indiqués devront être réduits en conséquence. 3) Le diamètre de barre de 14 mm peut être remplacé par un diamètre de 16 mm.



05 06						06 06						07 06						08 06						09 06					
26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46
21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38
215	200	185	170	160	160	250	230	210	180	175	175	260	255	220	210	195	190	280	270	230	215	205	200	295	280	240	225	215	215
10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12	10	10	12	12	12	12	10	10	12	12	12	12	10	10	10	10	12	12
45	45	50	50	50	50	45	45	50	50	50	50	45	45	50	50	50	50	45	45	50	50	50	50	45	45	50	50	50	50
6	5.5	5	4.5	4.5	4.5	6	6	5	5	4.5	4.5	6.5	6.5	5.5	5.5	5	5	7	6.5	5.5	5.5	5.5	5	7	7	6	6	6	5
30	30	30	30	30	30	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
2	2	5	4	4	3	3	2	4	3	3	3	5	4	5	5	5	4	5	4	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4
12	12	10	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	16	16	16	16	12	12	16	16	16	16
175	170	50	60	60	80	115	185	70	95	90	90	70	85	60	60	55	70	70	90	120	110	105	100	75	95	90	85	110	75
50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
245	235	220	205	195	190	270	260	240	225	210	205	295	280	260	250	235	225	315	300	280	265	250	240	330	320	295	280	265	255
265	255	240	225	215	210	290	280	260	245	230	225	315	300	280	270	255	245	335	320	300	285	270	260	355	340	315	300	285	275
125	120	110	105	100	95	135	130	120	115	105	105	150	140	130	125	120	115	160	150	140	135	125	120	170	160	150	140	135	130

19 06						22 06						24 06						25 06						27 06					
26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46
21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38
435	410	380	350	340	340	460	430	400	360	350	350	480	460	410	370	360	360	500	480	420	380	370	370	520	500	450	400	390	380
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
8.5	8.5	8.5	8	7.5	6.5	9.5	9.5	9	8.5	8	7	10	9.5	9	9	8.5	7.5	10	10	9.5	9.5	8.5	8	10.5	10.5	9.5	9.5	9	8.5
50	50	50	45	45	45	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
7	6	9	8	7	7	7	6	9	8	8	7	7	6	10	9	8	7	7	6	9	9	8	7	6	5	7	6	6	6
14	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20
70	85	50	55	60	55	80	95	55	60	55	65	85	100	50	55	60	70	90	100	60	55	60	70	100	130	80	90	85	85
70	70	70	70	70	70	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
490	470	435	415	395	385	530	510	470	445	425	415	550	530	495	465	445	435	565	545	500	475	450	440	585	565	520	495	470	460
510	490	455	435	415	405	550	530	490	465	445	435	575	550	515	485	465	455	585	565	520	495	470	460	605	585	540	515	490	480
245	235	220	210	200	195	265	255	235	225	215	210	280	265	250	235	225	220	285	275	250	240	225	220	295	285	260	250	235	230

48 06						55 06						61 06						69 06						73 06					
26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46	26	28	34	38	43	46
21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38	21	23	28	31	35	38
720	720	720	720	720	720	760	760	760	760	760	760	860						920						960					
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25						25						25					
60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60						60						60					
15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	17						19						20					
80	80	80	80	80	80	90	90	90	90	90	90	90						100						110					
10	10	10	10	10	10	12	12	12	12	12	12	13						13						13					
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						20						20					
80	80	80	80	80	80	75	75	75	75	75	75	70						85						85					
100	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110	110	110						120						130					
810	810	810	810	810	810	885	885	885	885	885	885	940						1,020						1,060					
830	830	830	830	830	830	905	905	905	905	905	905	960						1,040						1,055					
405	405	405	405	405	405	445	445	445	445	445	445	470						510						520					

4) Un toron ayant un diamètre nominal de 15,3 mm, une section transversale de 140 mm² ou une résistance à la traction caractéristique inférieure à 1 860 MPa, peut également être utilisé.

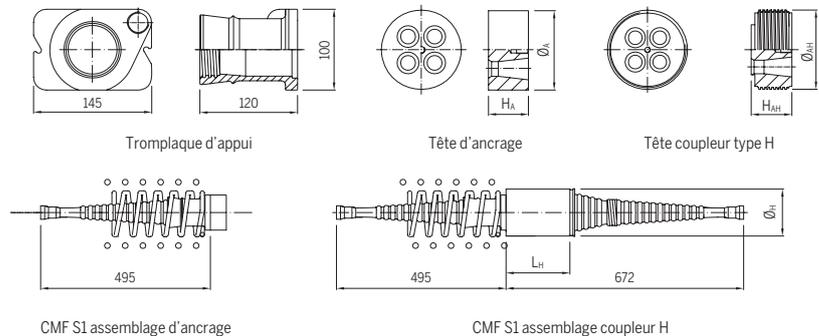
* Voir les dispositions générales sur la page 53 pour nos conseils.



Dimensions et spécifications – CONA CMF S1

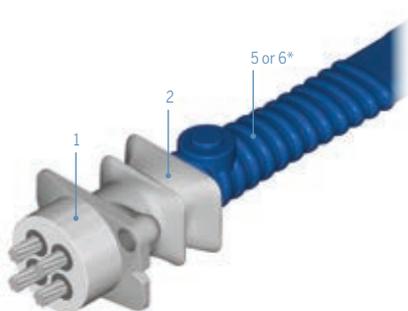
Tableau 21 : CONA CMF S1 dimensions des composants

Nombre de torons			02	03	04	
Tête d'ancrage	Diamètre	\varnothing_A	mm	90	100	100
	Hauteur tête A1-A4	H_A	mm	50	50	50
	Hauteur tête A5-A8		mm	65	65	65
Tête de coupleur type H	Diamètre nominal	\varnothing_{AH}	mm	90	100	100
	Hauteur tête H1	H_{AH}	mm	50	50	55
	Hauteur tête H2		mm	65	65	65
Gaine coupleur type H	Diamètre	\varnothing_H	mm	114	121	130
	Longueur	L_H	mm	180	180	180

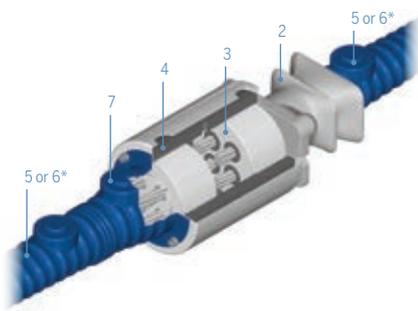


Toutes les dimensions sont exprimées en millimètres (mm)

Configurations d'ancrages et de coupleurs



CONA CMF S1 BT Ancre



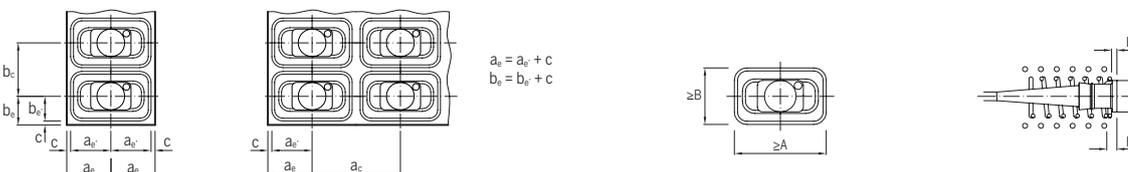
CONA CMF S1 Coupleur H

- 1 – Tête d'ancrage
- 2 – Tromplaque d'appui
- 3 – Tête de coupleur type H
- 4 – Gaine coupleur type H
- 5 – Trompette type A
- 6 – Trompette type F
- 7 – Trompette type FH
- * – Montré

Tableau 22 : CONA CMF S1 espacement zone d'ancrage et renforcement localisé pour des torons 05-100 1,860 et 06-150 1,860

CONA CMF S1			02 05		03 05		04 05		02 06		03 06		04 06	
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	21	25	21	25	21	25	21	25	21	25	21	25
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	17	20	17	20	17	20	17	20	17	20	17	20
Hélice : diamètre ext.		mm	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	240 / 110	- / -	240 / 130
Diamètre des barres		mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
Spire		mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	-	45
Nombre de spires			-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	7
Distance	E	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	15
Nombre d'étriers			4	4	4	4	7	7	4	4	-	6	-	7
Diamètre des barres		mm	8	8	10	10	10	10	10	10	-	10	-	10
Espacement		mm	50	50	50	50	50	50	50	50	-	50	-	50
Distance	F	mm	35	35	35	35	35	35	35	35	-	35	-	35
Dimensions ext. Min.	A / B	mm	160 / 120	160 / 120	190 / 130	160 / 120	320 / 155	320 / 155	190 / 130	160 / 120	- / -	290 / 155	- / -	290 / 180
Espacement au centre	a_c / b_c	mm	180 / 140	180 / 140	210 / 150	180 / 140	340 / 175	340 / 175	210 / 150	180 / 140	- / -	310 / 175	- / -	310 / 200
Distance au bord (+c)	a_e' / b_e'	mm	80 / 60	80 / 60	95 / 65	80 / 60	160 / 80	160 / 80	95 / 65	80 / 60	- / -	145 / 80	- / -	145 / 90

1) Si un espacement au centre et une distance au bord inférieurs sont nécessaires, veuillez consulter la page 42 pour nos conseils concernant cette réduction. 2) Tout renforcement par hélice ou étrier se fera avec un acier d'armature nervuré de qualité 500 MPa. La nuance d'acier 460 MPa pourrait être utilisée si un étrier complémentaire de taille équivalente et que l'espacement est réduit de 40mm. 3) Les étriers peuvent être remplacés par des hélices rectangulaires ayant un diamètre de barre et des dimensions extérieures identiques, et un nombre de tours égal au nombre d'étriers plus un. 4) Un toron ayant un diamètre nominal de 12,9/15,3 mm, une section transversale de 100/140 mm² ou une résistance à la traction caractéristique inférieure à 1860 MPa, peut également être utilisé.

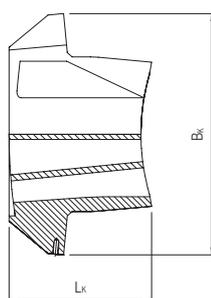
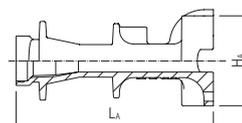
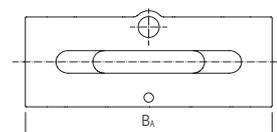




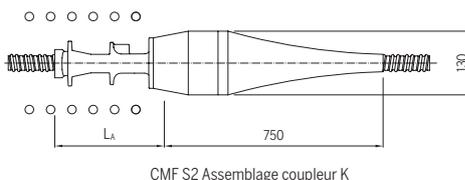
Dimensions et spécifications – CONA CMF S2

Tableau 23 : CONA CMF S2 dimensions des composants

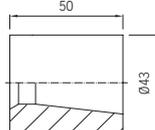
Nombre de torons			03 05/02 06	04 05/03 06	05 05/04 06	06 05/05 06
Tromplaque d'appui	Largeur	B_A	165	190	220	265
	Hauteur	H_A	70	70	80	90
	Longueur	L_A	109	164	174	243
Coupleur K	Largeur	B_K	288	288	322	359
	Hauteur	H_K	105	105	105	120
	Longueur	L_K	155	155	155	180



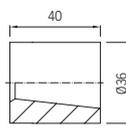
Coupleur K



CMF S2 Assemblage coupleur K

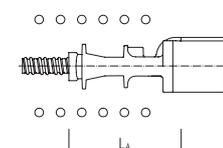


Tête d'ancrage 06



Tête d'ancrage 05

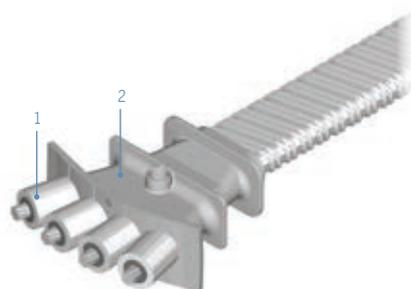
Tromplaque d'appui



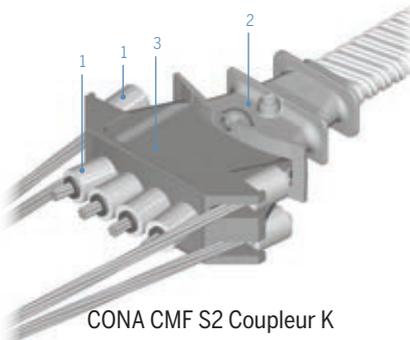
CMF S2 Assemblage ancrage A

Toutes dimensions sont en millimètres (mm)

Configurations d'ancrages et de coupleurs



CONA CMF S2 Ancrage

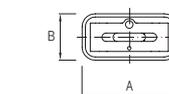


CONA CMF S2 Coupleur K

- 1 – Cône d'ancrage
- 2 – Tromplaque d'appui
- 3 – Tête de coupleur type K

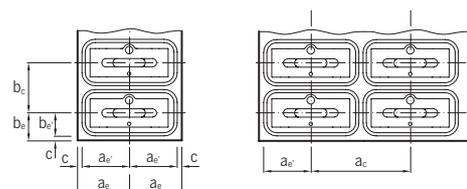
Tableau 24 : CONA CMF S2 espacement zone d'ancrage et renforcement localisé pour des torons 05-100 1,860 et 06-150 1,860

CONA CMF S2			03 05/02 06	04 05/03 06	05 05/04 06	06 05/05 06
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	26	26	26	26
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	21	21	21	21
Nombre d'étriers			3	4	6	6
Diamètre des barres		mm	10	12	12	12
Espacement		mm	40	40	35	40
Distance de la plaque d'ancrage	F	mm	40	40	40	40
Dimensions extérieures Min.	A / B	mm	200 / 90	230 / 100	270 / 100	310 / 120
Espacement du centre	a_c / b_c	mm	220 / 150	300 / 165	370 / 175	450 / 200
Distance au bord (+ c)	a_e' / b_e'	mm	100 / 65	140 / 75	175 / 80	215 / 90

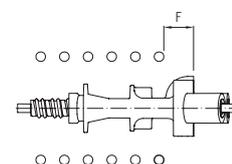


$$a_e = a_e' + c$$

$$b_e = b_e' + c$$



1) Si un espacement au centre et une distance au bord inférieurs sont nécessaires, veuillez consulter la page 42 pour nos conseils concernant cette réduction. 2) Tout renforcement par hélice ou étrier se fera avec un acier d'armature nervuré de qualité 500 MPa. La nuance d'acier 460 MPa pourrait être utilisée si un étrier complémentaire de taille équivalente est placé à la même distance de la zone d'ancrage. Les espacements d'étriers indiqués devront être réduits en conséquence. 3) Le diamètre de barre de 14 mm peut être remplacé par un diamètre de 16 mm. 4) Un toron ayant un diamètre nominal de 15,3 mm, une section transversale de 140 mm² ou une résistance à la traction caractéristique inférieure à 1860 MPa, peut également être utilisé.





Rayons minimums de courbure - CONA CMF S1 et S2

Rayons minimums de courbure

Les rayons minimums d'un câble (R_{min}) est régie par les rayons de courbure limitatifs pour 05 et 06 torons. Les rayons de courbure, l'excentricité (e) et les dimensions intérieures (d_i) pour les conduits en acier ondulé et les conduits BBR VT en plastique sont données dans les tableaux 25, 26 et 27.

Tableau 25 : CONA CMF S1 rayons minimums de courbure, dimensions des conduits ronds en acier, et excentricité.

Degré de remplissage	Conduit rond en acier											
	f ≈ 0.25				f ≈ 0.30				f ≈ 0.35			
	d_i	R_{min}		e	d_i	R_{min}		e	d_i	R_{min}		e
		140 kN/m	200 kN/m			140 kN/m	200 kN/m			140 kN/m	200 kN/m	
mm	m		mm	mm	m		mm	mm	m		mm	
02 05	30	1.7	1.7	6	30	1.8	1.7	6	30	1.8	1.7	6
03 05	40	1.8	1.7	8	35	2.1	1.7	6	35	2.6	1.8	6
04 05	45	2.6	1.8	10	40	2.6	1.8	8	40	2.6	1.8	8
02 06	40	2.0	2.0	7	35	2.6	2.0	6	35	2.6	2.0	6
03 06	50	2.7	2.0	10	45	3.2	2.2	8	40	3.9	2.7	6
04 06	55	3.9	2.7	13	50	3.9	2.7	9	45	3.9	2.7	6

Tableau 26 : CONA CMF S1 et S2 rayons minimums de courbure pour les torons, dimensions des conduits plats en acier et excentricité

Compatibilité système	Degré de remplissage	Conduit plat en acier			
	Nombre de torons	d_i majeure	d_i mineure	R_{min}	e
				140-200 kN/m	
mm	mm	m	mm		
CONA CMF S1 & S2	02 05	40	20	1.7	3.6
CONA CMF S1 & S2	03 05	55	20		3.6
CONA CMF S1 & S2	04 05	70	20		3.6
CONA CMF S2	05 05	70	20		3.6
CONA CMF S2	06 05	90	20		3.6
CONA CMF S1 & S2	02 06	40	20	2.0	2.2
CONA CMF S1 & S2	03 06	55	20		2.2
CONA CMF S1 & S2	04 06	70	20		2.2
CONA CMF S2	05 06	90	20		2.2

Tableau 27 : CONA CMF S1 et S2 rayons minimums de courbure, dimensions des conduits plastiques BBR VT et excentricité.

Compatibilité système	Conduit en plastique ondulée							
	d_i majeure	d_i mineure	R_{min} major			e		
			n05-100	n06-140	n06-150	n05-100	n06-140	n06-150
	mm	mm	m			mm		
CONA CMF S1 & S2	40	20	1.7	2.0	2.0	3.6	2.4	2.2
CONA CMF S1 & S2	70	21				4.1	2.9	2.7
CONA CMF S1 & S2	70	21				4.1	2.9	2.7
CONA CMF S2	90	21				4.1	2.9	2.7

Les valeurs indiquées pour les rayons minimums de courbure supposent que la température du béton à côté du conduit en plastique ne dépasse pas 37 °C lors de la mise en tension du câble. Pour les valeurs ajustées à des températures plus élevées, veuillez consulter l'Evaluation Technique Européenne appropriée ou contacter votre représentant BBR le plus proche.



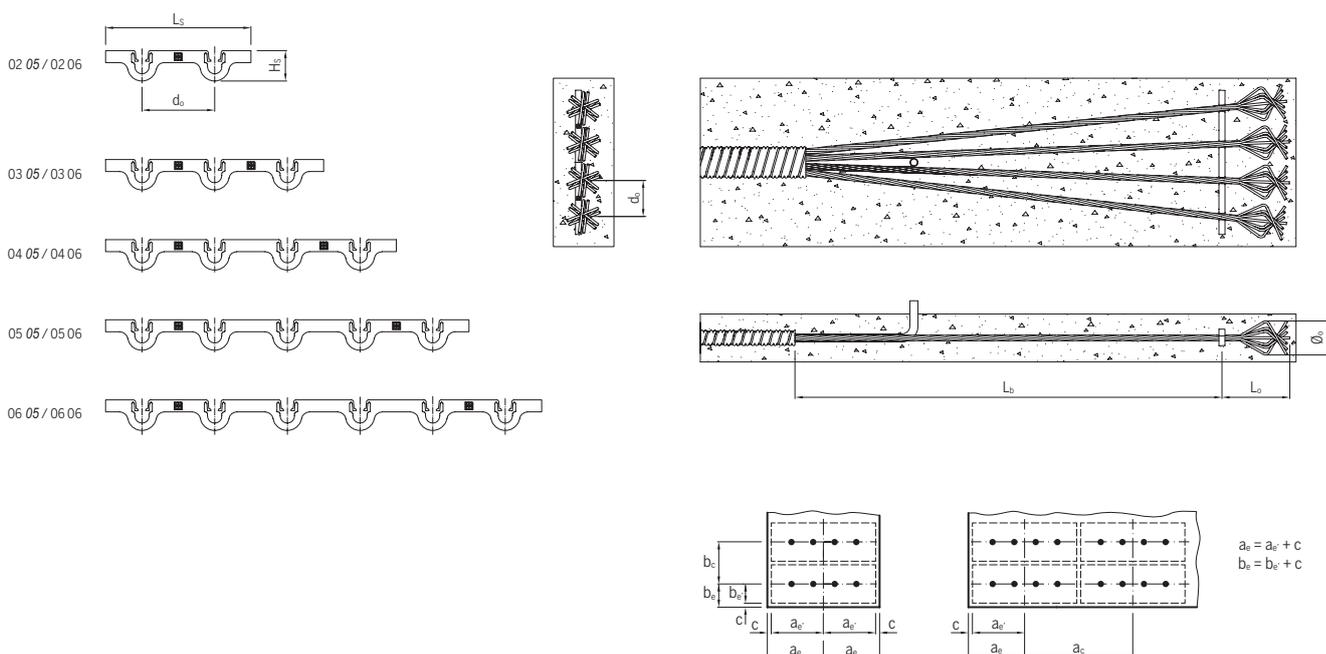
Dimensions et spécifications – CONA CMO

Tableau 28: CONA CMO dimensions des composants

Nombre de torons			05					06				
			02 05	03 05	04 05	05 05	06 05	02 06	03 06	04 06	05 06	06 06
Longueur de liaison	L_b	mm	1,150	1,150	1,150	1,150	1,200	1,400	1,400	1,400	1,400	1,600
Espacement au centre	d_0	mm	75					90				
Longueur Bulb-end	L_0	mm	130 - 150					130 - 150				
Diamètre Bulb-end	\varnothing_0	mm	75 ± 10					90 ± 10				
Entretoise longueur	L_s	mm	150	225	300	375	450	180	270	360	450	540
Entretoise hauteur	H_s	mm	38					38				

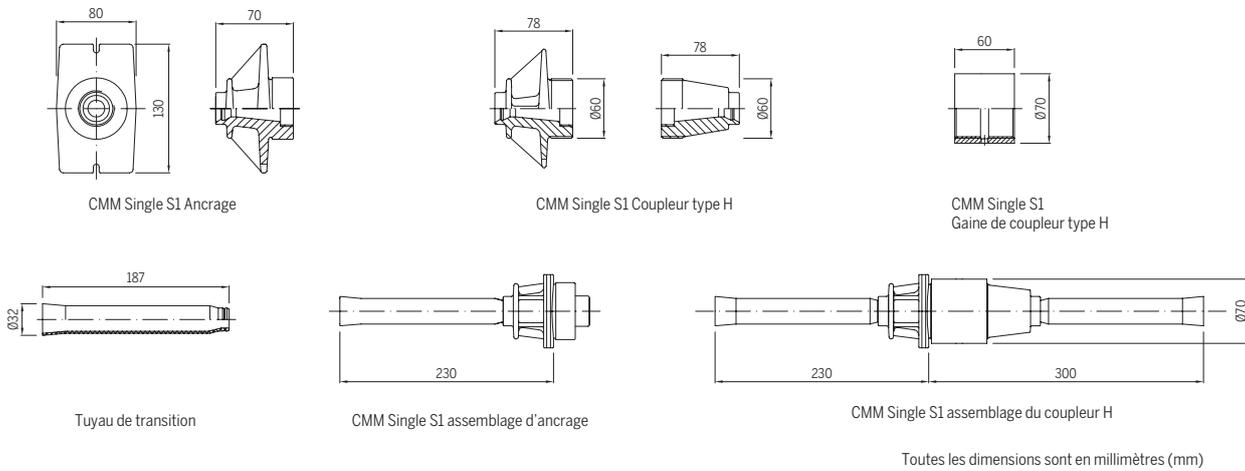
Tableau 29 : CONA CMO espacement zone d'ancrage et renforcement localisé nécessaires pour les torons **05-100** 1,860 et **06-150** 1,860

CONA CMO			02 05	03 05	04 05	05 05	06 05	02 06	03 06	04 06	05 06	06 06
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Hélice : diamètre ext.		mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diamètre des barres		mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spire		mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nombre de spires			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Distance	E	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nombre d'étriers			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diamètre des barres		mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Espacement		mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Distance	F	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dimensions ext. Min.	B	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Espacement du centre	a_c / b_c	mm	180/150	270/150	350/150	440/150	530/150	220/180	320/180	420/180	520/180	630/180
Distance au bord (+ c)	a_e' / b_e'	mm	90/75	135/75	175/75	220/75	265/75	110/90	160/90	210/90	260/90	315/90





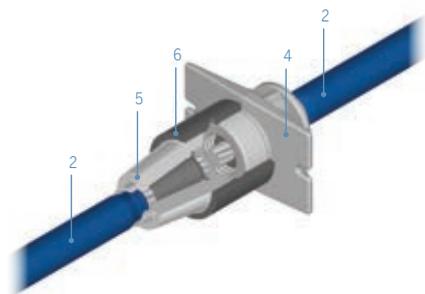
Dimensions et spécifications - CONA CMM Single S1



Configurations d'ancrages et de coupleurs



CONA CMM Single S1 Ancre



CONA CMM Single S1 Coupleur H

- 1 – Élément de transfert des charges
- 2 – Tuyau de transition
- 3 – Mono-toron
- 4 – Élément de transfert des charges pour coupleur type H
- 5 – Tête de coupleur type H
- 6 – Gaine de coupleur type H

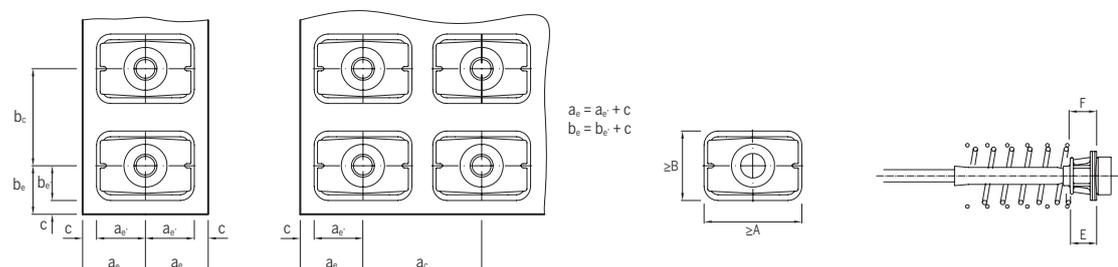
Rayons minimums de courbure

Rayons minimums de courbure pour le CONA CMM Single S1 (R_{min}) est de 2,5 m. Des rayons plus petits sont possibles pour des applications spécifiques.

Tableau 30 : CONA CMM Single S1 espacement zone d'ancrage et renforcement localisé nécessaires pour les torons **06-150** 1,860 et **06C-165** 1,820

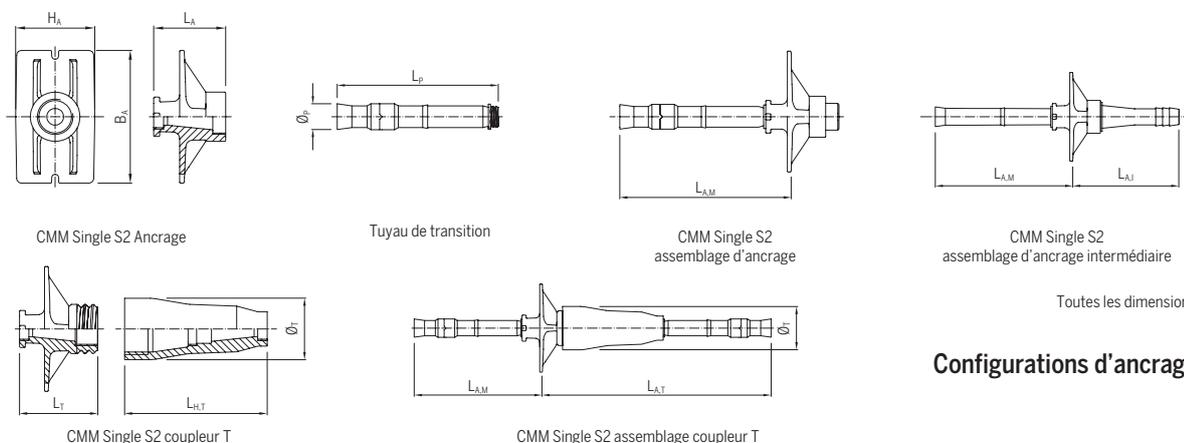
CONA CMM Single S1			01 06
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	24
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	20
Hélice : diamètre ext.		mm	-
Diamètre des barres		mm	-
Spire		mm	-
Nombre de spires			-
Distance	E	mm	-
Nombre d'étriers			2
Diamètre des barres		mm	8
Espacement		mm	50
Distance	F	mm	55
Dimensions ext. Min.	A / B	mm	140 / 100
Espacement au centre	a_c / b_c	mm	180 / 140
Distance au bord (+ c)	a_e' / b_e'	mm	70 / 50

1) Si un espacement au centre et une distance au bord inférieurs sont nécessaires, veuillez consulter la page 42 pour nos conseils concernant cette réduction. 2) Tout renforcement par hélice ou étrier se fera avec un acier d'armature nervuré de qualité 500 MPa. La nuance d'acier 460 MPa pourrait être utilisée si un étrier complémentaire de taille équivalente est placé à la même distance de la zone d'ancrage. Les espacements d'étriers indiqués devront être réduits en conséquence. 3) Le diamètre de barre de 14 mm peut être remplacé par un diamètre de 16 mm. 4) Un toron ayant un diamètre nominal de 15,3 mm, une section transversale de 140 mm² ou une résistance à la traction caractéristique inférieure à 1 860 MPa, peut également être utilisé.



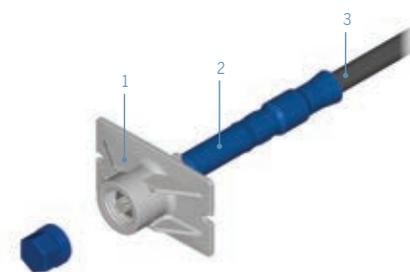


Dimensions et spécifications - CONA CMM Single S2

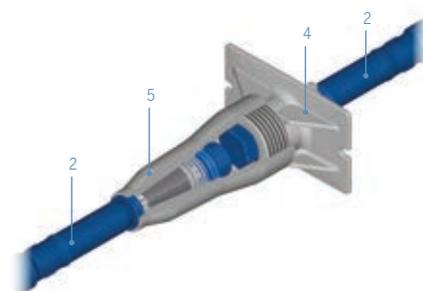


Toutes les dimensions sont en millimètres (mm)

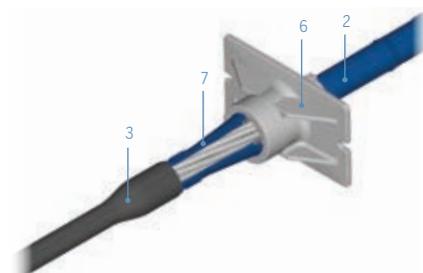
Configurations d'ancrages et de coupleurs



CONA CMM Single S2 Ancre



CONA CMM Single S2 Coupleur T



CONA CMM Single S2 Ancre intermédiaire

Tableau 31 : CONA CMM Single S2 dimensions des composants

		Ancrages			Tuyau de transition / protection		Coupleur T			Assemblages		
		H _A	L _A	B _A	L _P	Ø _P	L _T	Ø _T	L _{H,T}	L _{A,M}	L _{A,I}	L _{A,T}
01 05	mm	63	56	120	150	26	67	55	138	168	-	292
01 05 Intermédiaire	mm				114	24	-	-	-		135	-
01 06	mm	80	73	135	186	30	84	63	153	208	-	356
01 06 Intermédiaire	mm				124	28	-	-	-		158	-

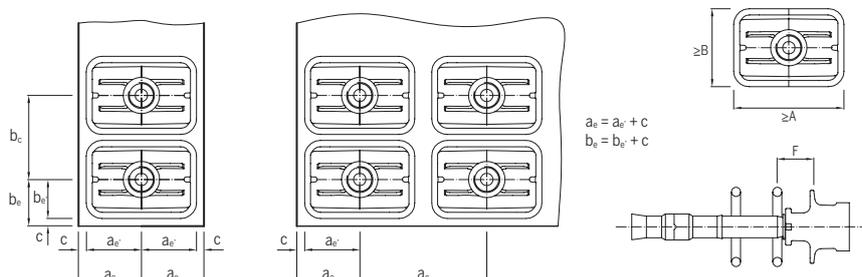
Rayon minimum de courbure

Le rayon minimum de courbure est de 2,0 m pour les applications adhérentes. Pour les applications mono-torons, le rayon minimum de courbure est de 2,5 m.

Tableau 32 : CONA CMM Single S2 espacement zone d'ancrage et renforcement localisé nécessaires pour les torons **05-100** 1,860 et **06-150** 1,860.

CONA CMM Single S2			01 05		01 06	
Résistance cube	f _{cm,0}	MPa	22	23	22	23
Résistance cylindre	f _{cm,0}	MPa	18	19	18	19
Nombre d'étriers *			2		2	
Diamètre des barres		mm	8		10	
Espacement		mm	40		45	
Distance	F	mm	40		40	
Dimensions extérieures Min.	A / B	mm	145 / 75		155 / 85	
Espacement du centre	a _c / b _c	mm	165 / 95	220 / 140	175 / 105	235 / 150
Distance au bord (+ c)	a _e / b _e	mm	73 / 38	100 / 60	78 / 43	108 / 65

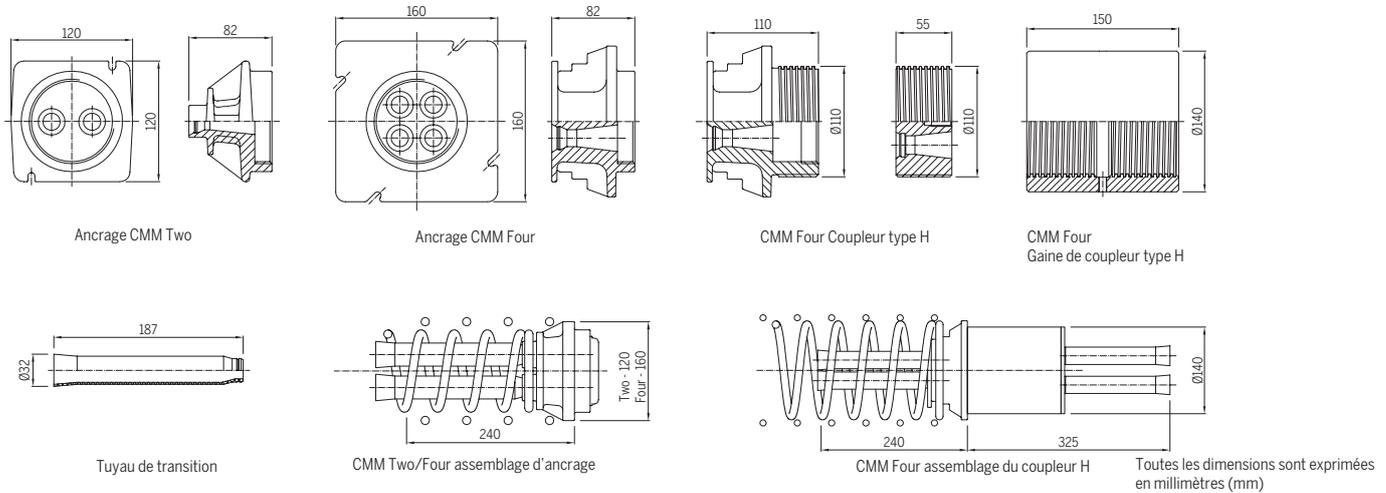
Les notes de bas de page du tableau 30 sont également applicables.



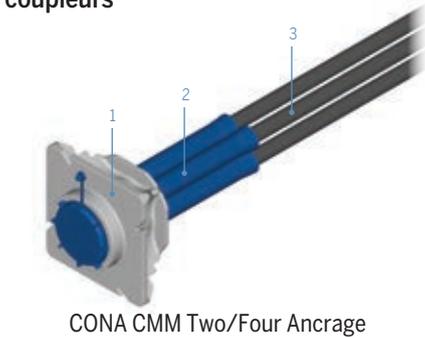
- 1 - Élément de transfert des charges
- 2 - Tuyau de transition
- 3 - Mono-toron
- 4 - Ancre coupleur type T
- 5 - Tête de coupleur type T
- 6 - Ancre intermédiaire
- 7 - Tuyau de protection



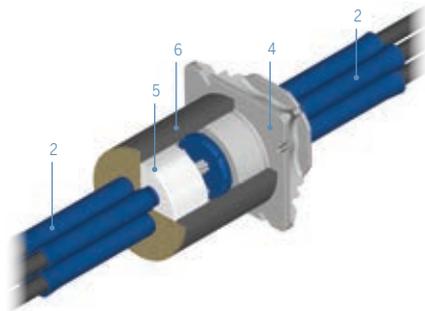
Dimensions and detailing - CONA CMM Two/Four



Configurations d'ancrages et de coupleurs



CONA CMM Two/Four Ancrage



CONA CMM Four Coupleur H

- 1 – Élément de transfert des charges
- 2 – Tuyau de transition
- 3 – Mono-toron
- 4 – Élément de transfert coupleur type H
- 5 – Tête de coupleur type H
- 6 – Gaine de coupleur type H

Rayons minimums de courbure

Tableau 33 : les rayons minimums de courbure du câble (R_{min}) sont montrés en face du type de câble. Des rayons inférieurs sont possibles pour des applications spécifiques.

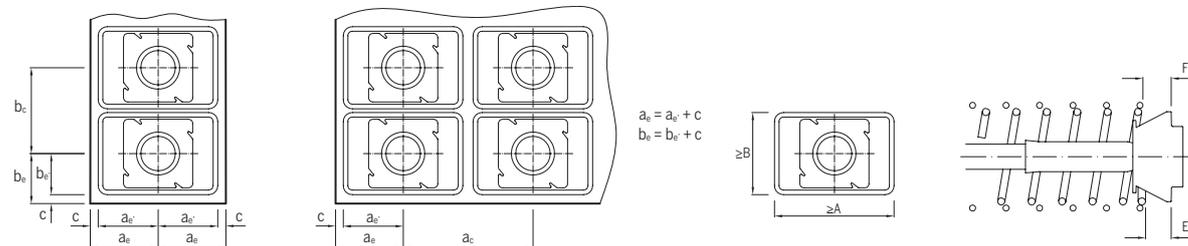
Tableau 33 : CONA CMM Two/Four rayons minimums de courbure

Nombre de torons	R_{min}
n	m
02 06	3.5
04 06	3.5

Tableau 34 : CONA CMM Two/Four espacement zone d'ancrage et renforcement localisé nécessaires pour les torons 06-150 1,860 et 06C-165 1,820

CONA CMM Two/Four			02 06	04 06
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	24	24
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	20	20
Hélice : diamètre ext.		mm	100	160
Diamètre des barres		mm	10	12
Spire		mm	40	50
Nombre de spires			4	5
Distance	E	mm	50	45
Nombre d'étriers			4	6
Diamètre des barres		mm	10	10
Espacement		mm	50	55
Distance	F	mm	25	53
Dimensions ext. Min.	A / B	mm	180 / 130	260 / 180
Espacement au centre	a_c / b_c	mm	200 / 150	300 / 220
Distance au bord (+ c)	a_e' / b_e'	mm	90 / 65	130 / 90

1) Si un espacement au centre et une distance au bord inférieurs sont nécessaires, veuillez consulter la page 42 pour nos conseils concernant cette réduction. 2) Tout renforcement par hélice ou étrier se fera avec un acier d'armature nervuré de qualité 500 MPa. La nuance d'acier 460 MPa pourrait être utilisée si un étrier complémentaire de taille équivalente est placé à la même distance de la zone d'ancrage. Les espacements d'étriers indiqués devront être réduits en conséquence. 3) Le diamètre de barre de 14 mm peut être remplacé par un diamètre de 16 mm. 4) Un toron ayant un diamètre nominal de 15,3 mm, une section transversale de 140 mm² ou une résistance à la traction caractéristique inférieure à 1 860 MPa, peut également être utilisé.

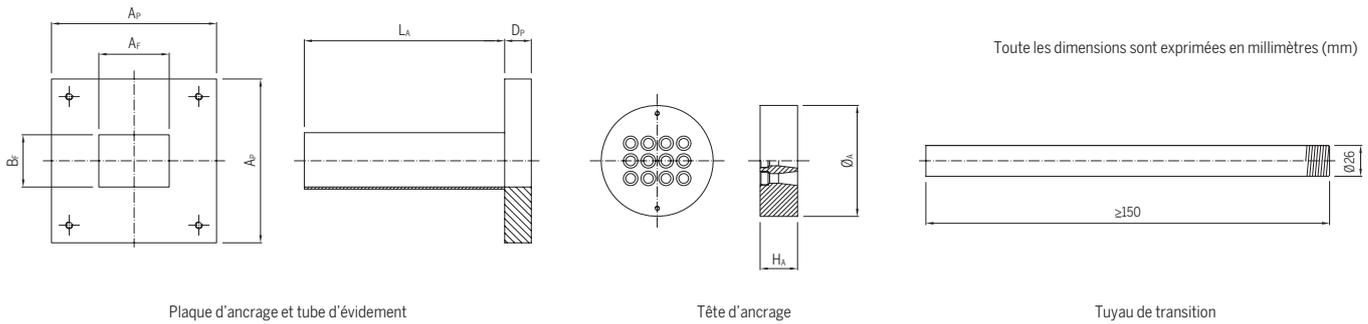




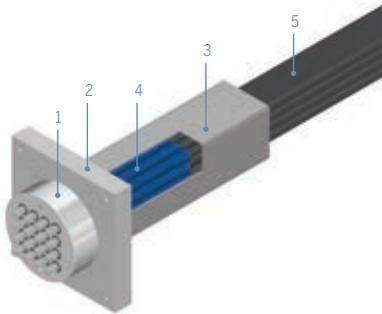
Dimensions et spécifications – CONA CMB

Tableau 35 : CONA CMB dimensions des composants

Nombre de torons				01 x 01 06	01 x 02 06	02 x 02 06	03 x 02 06	01 x 04 06	02 x 04 06	03 x 04 06	04 x 04 06
Tête d'ancrage	Diamètre	\varnothing_A	mm	60	100	110	160	180	180	200	210
	Hauteur	H_A	mm	60	60	60	60	60	60	60	70
Plaque d'ancrage et tube d'évidement	Longueur côté	$A_p \times A_p$	mm	80	120	160	200	230	230	270	310
	Épaisseur	D_p	mm	10	15	20	25	30	30	40	50
	Ouverture	$A_f \times B_f$	mm	34 x 34	64 x 34	64 x 64	64 x 104	134 x 34	134 x 64	134 x 104	134 x 134
	Longueur Min.	L_A	mm	300	300	300	300	300	300	300	300

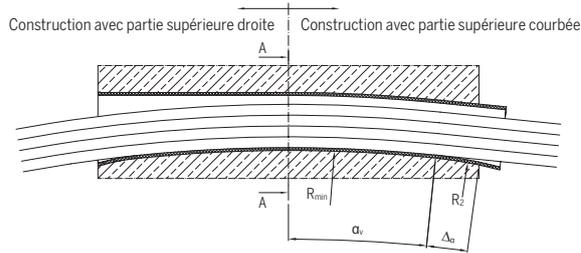


Configuration d'ancrage

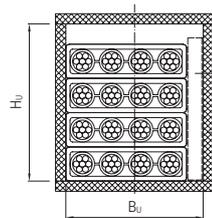


CONA CMB SP Ancre

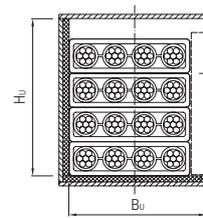
- 1 – Tête d'ancrage
- 2 – Plaque carrée
- 3 – Tuyau d'évidement
- 4 – Tuyau de transition
- 5 – Faisceau de torons en bande



Dimensions critiques au Déviateur/à la Selle
* = $R_2 < R_{min}$



Coupe A-A de la selle de déviation en plastique



Coupe A-A de la selle de déviation en acier

Rayons minimums de courbure

Dans le Tableau 36, les rayons minimums de courbure du câble (R_{min}) correspondent à une force de précontrainte du câble de 0,85 $F_{p0.1}$, à une épaisseur de gaine intérieure de 1,75 mm et à un rayon de courbure autour de l'axe secondaire et perpendiculaire de $R_H > 10$ m. D'autres rayons sont possibles pour des applications spécifiques ou pour d'autres types de torons, après consultation et approbation du détenteur de l'ETE.

Tableau 36 : CONA CMB rayons minimums de courbure et dimensions des selles

Configuration en bande	Bandes	Nombre de torons	R_{min}			Largeur min. B_u mm	Hauteur min. H_u mm
			n06-140	n06-150	n06C-165		
			m				
01 x 01 06	1	01 06	2.0	2.0	2.0	35	40
01 x 02 06	1	02 06	2.0	2.0	2.0	70	40
02 x 02 06	2	04 06	2.8	3.0	2.2	70	70
03 x 02 06	3	06 06	4.2	4.5	3.4	70	100
01 x 04 06	1	04 06	2.0	2.0	2.0	110	40
02 x 04 06	2	08 06	2.8	3.0	2.2	110	70
03 x 04 06	3	12 06	4.2	4.5	3.4	110	100
04 x 04 06	4	16 06	5.6	6.0	4.5	110	130

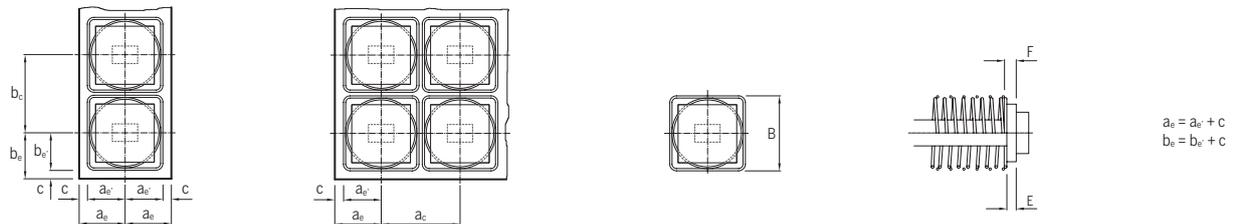


Espacement et renforcement requis pour CONA CMB

Tableau 37 : CONA CMB SP espacement zone d'ancrage et renforcement localisé nécessaires pour les torons **06-150** 1,860 et **06C-165** 1,820

CONA CMB SP n06			01 06	02 06 (1 x 2)	04 06 (2 x 2)	06 06 (3 x 2)	04 06 (1 x 4)	08 06 (2 x 4)	12 06 (3 x 4)	16 06 (4 x 4)
Résistance cube	$f_{cm,0}$	MPa	35	35	35	35	35	35	35	35
Résistance cylindre	$f_{cm,0}$	MPa	29	29	29	29	29	29	29	29
Hélice : diamètre ext.		mm	-	-	180	210	210	260	320	380
Diamètre des barres		mm	-	-	10	12	12	14	14	14
Spire		mm	-	-	40	50	50	50	50	50
Nombre de spires			-	-	5	5	6	6	6,5	7
Distance	E	mm	-	-	25	30	30	30	40	50
Nombre d'étriers			3	5	4	4	4	4	6	6
Diamètre des barres		mm	12	12	10	12	12	12	12	12
Espacement		mm	40	40	55	70	70	70	65	70
Distance	F	mm	30	35	45	50	50	50	60	70
Dimensions ext. Min.	A = B	mm	90	140	200	240	230	275	340	400
Espacement au centre	$a_c = b_c$	mm	115	160	220	260	250	290	370	420
Distance au bord (+ c)	$a_e' = b_e'$	mm	50	70	100	120	115	135	180	200

1) Si un espacement au centre et une distance au bord inférieurs sont nécessaires, veuillez consulter la page 42 pour nos conseils concernant cette réduction. 2) Tout renforcement par hélice ou étrier se fera avec un acier d'armature nervuré de qualité 500 MPa. La nuance d'acier 460 MPa pourrait être utilisée si un étrier complémentaire de taille équivalente est placé à la même distance de la zone d'ancrage. Les espacements d'étriers indiqués devront être réduits en conséquence. 3) Le diamètre de barre de 14 mm peut être remplacé par un diamètre de 16 mm. 4) Un toron ayant un diamètre nominal de 15,3 mm, une section transversale de 140 mm² ou une résistance à la traction caractéristique inférieure à 1 860 MPa, peut également être utilisé.



Notations, unités et références

Liste des notations		
A	[mm]	Dimensions extérieures horizontales minimales pour l'armature complémentaire
A _{gt}	[%]	Elongation minimale de l'acier de précontrainte pour une résistance maximale
A _c	[mm ²]	Surface minimale du béton dans la zone localisée
A _p	[mm ²]	Surface transversale nominale de l'acier de précontrainte
a _c	[mm]	Espacement horizontal au centre minimal
a _c	[mm]	Espacement horizontal au centre réduit et minimal (règle des 15%)
a _e	[mm]	Distance au bord horizontale minimale
a _{e'}	[mm]	Distance au bord horizontale minimale sans couverture
B	[mm]	Dimensions verticales extérieures minimales pour une armature complémentaire
b _c	[mm]	Espacement au centre vertical minimal
b _c	[mm]	Espacement au centre vertical minimal réduit (règle des 15%)
b _e	[mm]	Distance verticale au bord minimale
b _{e'}	[mm]	Distance verticale au bord minimale sans couverture
c	[mm]	couverture en béton
d	[mm]	diamètre nominal de toron
d _i	[mm]	diamètre intérieur du conduit, dimensions d'axe majeur(es) et mineur(es) peuvent également être indiquées pour les conduits plats
d _o	[mm]	diamètre extérieur du conduit, dimensions d'axe majeur(es) et mineur(es) peuvent également être indiquées pour les conduits plats
E	[mm]	distance de l'hélice lowercase de la plaque d'ancrage
E _p	[MPa]	module d'élasticité de l'acier de précontrainte
e	[mm]	excentricité du câble
F	[mm]	distance de l'armature complémentaire à partir de la plaque d'ancrage
f	[-]	degré de remplissage
f _{ck,cube}	[MPa]	résistance compressive caractéristique du béton (échantillon cubique)
f _{ck,cylinder}	[MPa]	résistance compressive caractéristique du béton (échantillon cylindrique)
f _{cm,cube}	[MPa]	résistance compressive moyenne du béton (échantillon cubique)
f _{cm,cylinder}	[MPa]	résistance compressive moyenne du béton (échantillon cylindrique)
f _{cm,0}	[MPa]	résistance compressive moyenne du béton lors de la précontrainte complète
f _{pk}	[MPa]	résistance caractéristique à la traction maximale de l'acier de précontrainte
F _{pk}	[kN]	valeur caractéristique de la résistance maximale du câble
f _{p0,1}	[kN]	valeur caractéristique de 0,1% de la limite conventionnelle d'élasticité du câble
F _{p0,1}	[kN]	valeur caractéristique of 0,1% de l limite conventionnelle d'élasticité du câble
F _{pm,0}	[kN]	force de précontrainte du câble
f _{pp}	[MPa]	limites proportionnelles de l'acier de précontrainte
F _o	[kN]	force de précontrainte à x = 0 m
f _R	[-]	facteur de conversion d'un toron à 1 860 MPa jusqu'à un toron à 1 770 MPa
F _x	[kN]	force de précontrainte à une distance x le long du câble
G.C.D.	[mm]	centre de gravité du conduit
G.C.S.	[mm]	centre de gravité des torons
k	[rad/m]	coefficient d'oscillation
k _{as}	[m ⁻¹]	coefficient équivalent d'oscillation (normes américaines)
K _f	[-]	coefficient de stabilité
L _{min}	[mm]	longueur droite minimale
M	[kg/m]	masse par mètre d'acier de précontrainte
n	[-]	nombre de torons dans un câble
OD _{Helix}	[mm]	diamètre extérieur de l'hélice
p _{R,max}	[kN/m]	Pression de contact maximale entre les torons précontraints, le conduit et le béton
R _b	[m]	rayon de courbure minimal pour protéger le toron de contraintes de torsion excessives
R _{min}	[m]	rayon de courbure minimal
t _{min}	[mm]	épaisseur de paroi du conduit minimale
x	[m]	distance le long du câble à partir du point où la force de précontrainte est égale à F ₀
α	[rad]	somme des déplacements angulaires sur une distance x
μ	[rad ⁻¹]	coefficient de friction/frottement

Notations, unités et références

Liste des unités	
kg	kilogramme (1 kg = 1 000 grammes)
in.	pouce (1 pouce. = 25,4 mm)
m	mètre
mm	millimètre
mm ²	millimètre carré
Pa	Pascal (1 N/m ²)
MPa	mégapascal (1 MPa = 1 N/mm ²)
N	Newton [kg · m · s ⁻²] (1 kg ⇄ 9,81 N)
kN	kilonewton (1 kN = 1 000 N)
rad	radiant (2@ = 360 deg)
s	seconde

Directives	
EAD16 (ETAG 013)	Directive pour l'Evaluation Technique Européenne des Kits de précontrainte par post-tension des structures
fib Bulletin 75	Conduits en plastique ondulé pour la précontrainte par post-tension adhérente intérieure

Normes	
EN 206-1+A1+A2 (06.2005)	Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity
EN 445 (10.2007)	Grout for prestressing tendons – Test methods
EN 446 (10.2007)	Grout for prestressing tendons – Grouting procedures
EN 447 (10.2007)	Grout for prestressing tendons – Specification for common grout
EN 523 (08.2003)	Steel strip sheaths for prestressing tendons – Terminology, requirements, quality control
EN 1561 (06.1997)	Founding – Grey cast irons
EN 1563+A1+A2 (07.2005)	Founding – Spheroidal graphite cast irons
EN 1992-1-1+AC (01.2008)	Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
EN 10025-2+AC (06.2005)	Hot rolled products of structural steels – Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
EN 10083-1 (08.2006)	Quenched and tempered steels – Part 1: Technical delivery conditions for special steels
EN 10083-2 (08.2006)	Quenched and tempered steels – Part 2: Technical delivery conditions for unalloyed quality steels
EN 10084 (04.2008)	Case hardening steels – Technical delivery conditions
EN 10204 (10.2004)	Metallic products – Types of inspection documents
EN 10210-1 (04.2006)	Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels – Part 1: technical delivery requirements
EN 10216-1+A1 (03.2004)	Seamless steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties
EN 10217-1+A1 (01.2005)	Welded steel tubes for pressure purposes – Technical delivery conditions – Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties
EN 10219-1 (04.2006)	Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels – Part 5 1: Technical delivery conditions
EN 10255 (04.2007)	Non-alloy steel tubes suitable for welding and threading – Technical delivery conditions
EN 10270-1 (04.2001)	Steel wire for mechanical springs – Part 1: Patented cold drawn unalloyed steel wire
EN 10277-2 (03.2008)	Bright steel products – Technical delivery conditions – Part 2: Steels for general engineering purposes
EN 10305-5 (01.2010)	Steel tubes for precision applications – Technical delivery conditions – Part 5: Welded and cold sized square and rectangular tubes
EN 12201 (03.2003)	Plastics piping systems for water supply – Polyethylene (PE)
EN ISO 1872-1 (05.1999)	Plastics – Polyethylene (PE) moulding and extrusion materials – Part 1: Designation system and basis for specifications (ISO 2872-1:1993)
EN ISO 1874-1 (09.2000)	Plastics – Polyamide (PA) moulding and extrusion materials – Part 1: Designation (ISO 1874-1:1992)
prEN 10138-3 (08.2009)	Prestressing steels – Part 3: Strands
CWA 14646 (01.2003)	Requirements for the installation of post-tensioning kits for prestressing of structures and qualification of the specialist company and its personnel
DIN 1045-1	German standards – design of reinforced and prestressed concrete structures
SIA 262	Swiss standards – concrete structures
AS/NZS 4672.1:2007	Standards Australia – steel prestressing Materials – part 1: General requirements
ASTM A416	Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven Wire for Prestressed Concrete





Et pour finir ...

Arrivé à cette page, vous n'avez certainement plus de doute quant à notre engagement à proposer les meilleures solutions technologiques ni à notre enthousiasme à honorer nos projets.

Grâce à nos soixante-dix années d'expérience, la technologie BBR est utilisée dans des milliers de structures à travers le monde et nous nous sommes toujours appliqués à peaufiner et à compléter notre gamme de produits. Ainsi, nous savons fournir, tout simplement, la meilleure technologie disponible sur le marché - à savoir les systèmes BBR VT CONA CMX.

Ceci étant dit, la technologie ne se développe pas par elle-même – à travers les ans, nous avons eu la chance d'attirer certains des meilleurs ingénieurs du secteur. La réputation de BBR a toujours été fondée sur leur implication professionnelle - et ceci est toujours le cas aujourd'hui.

Notre réseau mondial est bien établi et soutenu par notre équipe d'experts en projets spécifiques toujours disponible pour vous aider à préciser et à vous fournir les systèmes dont vous avez besoin. Ainsi, l'expérience locale se conjugue avec un savoir-faire international pour la réalisation de tout type de projet – du plus petit au plus audacieux, mais toujours servi par l'excellence technologique et des solutions parfaitement adaptées à leur utilisation finale !



BBR VT International Ltd
Ringstrasse 2
8603 Schwerzenbach (ZH)
Switzerland

Tel +41 44 806 80 60
Fax +41 44 806 80 50

www.bbrnetwork.com
info@bbrnetwork.com

BBR VT International Ltd
Technical Headquarters and Business Development Centre
Switzerland

BBR A Global Network of Experts
www.bbrnetwork.com