

*Direction des affaires économiques
et internationales*

Circulaire n° 99-65 du 22 septembre 1999 accordant l'agrément au procédé de précontrainte BBR, système CONA COMPACT

NOR : *EQUE9910181C*

Date d'application : à parution.

Le ministre de l'équipement, des transports et du logement à Mesdames et Messieurs les destinataires in fine.

Références :

Décret n° 83-252 29 mars 1983 relatif aux procédures d'homologation ou d'agrément techniques applicables aux marchés publics de travaux ;

Arrêté interministériel du 29 mars 1983 modifié par l'arrêté du 14 décembre 1988 relatif à la commission interministérielle d'homologation et de contrôle des armatures en acier à haute résistance pour construction en béton précontraint par pré ou post-tension ;

Arrêté ministériel du 14 avril 1989 approuvant le règlement de l'agrément et du contrôle des procédés de précontrainte et dispositifs d'ancrage ;

Circulaire n° 84-22 du 30 mars 1984 relative à l'agrément des procédés de précontrainte ;

Circulaire n° 86-64 du 4 septembre 1986 apportant des compléments à la réglementation sur les armatures et procédés de précontrainte ;

Circulaire n° 88-37 du 22 avril 1988 accordant l'agrément au procédé de précontrainte LH ;

Circulaire n° 88-84 du 26 octobre 1988 accordant l'agrément au procédé de précontrainte Freyssinet K ;

Circulaire n° 88-85 du 26 octobre 1988 accordant l'agrément au procédé de précontrainte Freyssinet Monogroupe ;

Circulaire n° 88-86 du 27 octobre 1988 accordant l'agrément au procédé de précontrainte PAC ;

Circulaire n° 91-18 du 1^{er} mars 1991 accordant l'agrément au procédé de précontrainte CONA MONO ;

Circulaire n° 93-77 du 25 octobre 1993 accordant l'agrément au procédé de précontrainte LHE ; « précontrainte extérieure » ;

Circulaire n° 96-75 du 11 octobre 1996 accordant l'agrément au procédé de précontrainte CCL-EF ;

Circulaire n° 96-76 du 11 octobre 1996 accordant l'agrément au procédé de précontrainte CCL-U ;

Circulaire n° 97-27 du 17 mars 1997 accordant l'agrément au procédé de précontrainte SEEE, systèmes FU et FUC,

Circulaire n° 97-28 du 17 mars 1997 accordant l'agrément au procédé de précontrainte SEEE, systèmes FU et FUC, mono toron gainé protégé ;

Circulaire n° 97-75 du 24 septembre 1997 accordant l'agrément au procédé de précontrainte VSL ;

Circulaire n° 98-44 du 25 mars 1998 accordant l'agrément au procédé de précontrainte SEEE, système FUT ;

Circulaire n° 98-88 du 8 septembre 1998 accordant l'agrément au procédé de précontrainte Freyssinet, système C ;

Circulaire n° 99-05 du 18 janvier 1999 accordant l'agrément au procédé de précontrainte VSL pour dalles.

Annexe : fiche technique du procédé de précontrainte BBR, système CONA COMPACT.

Destinataires :

Pour attribution :

Madame et Messieurs les préfets de région (directions régionales de l'équipement ; centres d'études techniques de l'équipement de Méditerranée, du Sud-Ouest, de Nord-Picardie, de Lyon, de l'Ouest et de Normandie-Centre ; services de la navigation du Nord-Est, du Nord - Pas-de-Calais, Rhône-Saône, de la Seine, de Strasbourg et de Toulouse ; services maritimes et de navigation de Gironde, du Languedoc-Roussillon et à Nantes ; services spéciaux des bases aériennes du Sud-Est, du Sud-Ouest et de l'Île-de-France) ;

Mesdames et Messieurs les préfets de département (directions départementales de l'équipement ; direction de l'équipement de Mayotte et de Saint-Pierre et Miquelon ; services maritimes des ports de Boulogne-sur-Mer et de Calais, du Nord [Dunkerque], de la Seine-Maritime [Le Havre et Rouen], et des Bouches-du-Rhône [Marseille] ; services spéciaux des bases aériennes du Sud-Ouest, du Sud-Est et de l'Île-de-France ; ports autonomes de Dunkerque, Le Havre, Rouen, Nantes, Saint-Nazaire, Bordeaux, Marseille, Strasbourg, Paris et la Guadeloupe ; services de l'aviation civile de Nouméa, Papeete et Moroni) ;

Messieurs les directeurs des services techniques centraux ;

Monsieur le directeur général d'Aéroports de Paris ;

Monsieur le directeur général de la SNCF ;

Monsieur le directeur général d'EDF-GDF.

Pour information :

Messieurs les directeurs et chefs de service de l'administration centrale ;

Monsieur le vice-président du conseil général des ponts et chaussées ;

Messieurs les coordonnateurs des missions d'inspection générale territoriale, des circonscriptions d'inspection des services de la navigation, des circonscriptions d'inspection des services maritimes, de la mission d'inspection spécialisée des ouvrages d'arts ;

Messieurs les inspecteurs généraux des services techniques centraux ;

Le ministre de l'équipement, des transports et du logement à Mesdames et Messieurs les destinataires supra.

Après avis de la commission interministérielle de la précontrainte en date du 24 novembre 1998, l'agrément d'utilisation du procédé de précontrainte BBR, système CONA COMPACT, est accordé pour les marchés publics de travaux.

L'annexe jointe présente la fiche technique du procédé de précontrainte BBR, système CONA COMPACT. Cette fiche définit la liste précise des dispositifs d'ancrage agréés ainsi que les principales caractéristiques des unités correspondantes.

Comme le prévoit l'annexe I au règlement de l'agrément, une notice technique portant le sigle de la commission interministérielle de la précontrainte (CIP) est directement éditée par l'entreprise distributrice spécialisée du procédé. Ce document, approuvé par la CIP, fournit à l'utilisateur des renseignements complémentaires quant au domaine d'emploi du procédé, aux conditions d'utilisation et aux précautions de mise en œuvre.

*Le sous-directeur du
bâtiment
et des travaux publics,
J.-M. Etienne*

ANNEXE
FICHE TECHNIQUE RELATIVE AU PROCÉDÉ DE PRÉCONTRAINTE
BBR, SYSTÈME CONA COMPACT

Agréé par la circulaire ministérielle n° 99-65 du 22 septembre 1999

(limite de validité 1^{er} janvier 2010)

Entreprise propriétaire des brevets : BBR SYSTEMS Ltd., siège social : Bahnstrasse 23, Postfach 699 ; CH-8603, Schwerzenbach, Suisse.

Entreprise distributrice spécialisée : ETIC S.A., siège social : 48, Albert-Joly, 78000 Versailles, tél. : 01-39-50-11-20, télécopie : 01-39-50-11-03.

S O M M A I R E

- I. - Principe du procédé de précontrainte Cona Compact
 - I.1. Les ancrages
 - I.2. Les vérins
- II. - Liste des unités agréées
- III. - Caractéristiques des unités
- IV. - Particularités du procédé
 - IV.1. Possibilités du procédé
 - IV.2. Limitations d'emploi
 - IV.3. Rentrée des ancrages actifs

I. - PRINCIPE DU PROCÉDÉ
DE PRÉCONTRAINTE CONA COMPACT

Les câbles Cona Compact sont constitués de faisceaux de torons parallèles à 7 fils en acier à haute résistance et ancrés individuellement sur les têtes d'ancrage. On choisit le nombre de torons et leur diamètre en toron standard ou Super dans la gamme suivante :

En T 13 : 1 T 13 7 T 13 12 T 13 19 T 13 31 T 13

En T 15 : 1 T 15 4 T 15 7 T 15 12 T 15 19 T 15 22 T 15 31 T 15

Les câbles sont logés dans des gaines en feillard ou en plastique ou dans des tubes minces en acier qui les isolent du béton. Il est possible de réduire le nombre de torons de chaque unité de câble sans modification des pièces constituant l'ancrage en adoptant une disposition de torons de manière à ce que leur centre de gravité soit le plus près possible de l'axe de la tête d'ancrage.

DIAMÈTRE du toron	SECTION NOMINALE	APPELLATION
----------------------	---------------------	-------------

12,5 mm	93 mm ²	T 13
12,9 mm	100 mm ²	T 13 Super/T 13 S
15,2 mm	140 mm ²	T 15
15,7 mm	150 mm ²	T 15 Super/T 15 S

Les sections tolérancées des torons sont données par la réglementation française ou européenne (annexes au règlement d'homologation, pr EN 10138).

I.1. Les ancrages

I.1.1. Pièces élémentaires

Les ancrages et les coupleurs du procédé Cona Compact utilisent une ou plusieurs pièces métalliques élémentaires suivantes :

- des clavettes bivalentes compactes en 3 parties, avec filetage intérieur assemblées par un jonc de liaison pour torons standard ou super ;
- des ressorts de compression pour les ancrages noyés.

I.1.2. Ancrage actif type A

Les câbles Cona Compact sont ancrés dans des têtes d'ancrage : chaque toron passe par un trou conique dans la tête d'ancrage où il est bloqué par une clavette.

La tête d'ancrage s'appuie sur une plaque de répartition en acier ou en fonte. Un orifice permet le passage du produit d'injection à l'intérieur du câble après la mise en tension.

Cette plaque de répartition assure la transmission de l'effort de précontrainte au béton. Elle est prolongée par une partie métallique ou plastique assurant la déviation des torons.

Les torons de ces ancrages sont tendus simultanément par un vérin s'appuyant sur la plaque de répartition.

I.1.3. Ancrage extérieur fixe type F

C'est un ancrage type A passif mais accessible. Dans certains cas, par exemple en cas de forte inclinaison des extrémités des câbles vers le bas, les clavettes peuvent être prébloquées par des ressorts provisoires. Les ressorts sont comprimés par une tôle fixée par boulonnage sur la plaque de répartition.

I.1.4. Ancrage passif noyé type N

C'est un ancrage type F monté définitivement avec des clavettes poussées par des ressorts. L'ensemble clavettes + ressorts est monté dans un capot étanche fixé sur la plaque de répartition par une barre transversale boulonnée. Le capot est injecté en même temps que le câble. L'ancrage N est fixé aux armatures passives et noyé dans le béton de l'ouvrage.

I.1.5. Ancrage passif noyé type G « Loop »

Il s'agit d'un ancrage faisant appel à l'adhérence toron - béton pour assurer le scellement des torons du câble.

Les torons sont coupés à une longueur déterminée, ils sont pliés à plus de 180° côté fixe selon un rayon de courbure déterminé, et fixés dans le ferrailage selon un espacement donné pour limiter les contraintes dans le béton.

I.1.6. Coupleur type C : GH

Il se compose d'un ancrage A fileté extérieurement. Il est tendu et injecté comme un ancrage A. Sur cette tête fileté vient se visser une douille d'accouplement, elle-même vissée sur un ancrage de type N (sans capot) lui aussi fileté extérieurement. L'ensemble des deux têtes accouplées et de la douille est fermé dans un container en tôle ou en PEHD fixé sur la plaque d'appui et raccordé au câble accouplé de manière à garantir une bonne étanchéité au béton de 2^e phase. Un système d'évent est prévu pour l'injection du 2^e câble et la protection des clavettes.

I.1.7. Désignation des ancrages standards

Elle est de la forme CC - J nTmS.

CC définit le procédé Cona Compact.

J est une lettre définissant le type d'ancrage ou de coupleur.

n donne le nombre de torons.

m donne le diamètre nominal des torons.

S signifie SUPER en cas d'utilisation de toron super.

Exemple de désignation : CC A 12T15 S, signifie : Cona Compact Ancrage Actif - 12 torons parallèle de 15,7 mm (SUPER).

I.1.8. Ancrages agréés du procece CC

Les ancrages A, F, N et C peuvent être utilisés avec les trois modèles de plaque suivante :

a : plaque en acier.

f : trompette en fonte.

fp : plaque en fonte et trompette en polyéthylène.

UNITÉS	A			F			N			G	C																
	a	f	fp	a	f	fp	a	f	fp		a	f	fp														
1 T 13	x			Idem A			Idem A																				
7 T 13	x	x											ressorts														
12 T 13	x	x	x																		+						
19 T 13	x	x	x																								
31 T 13	x	x	x										capot							x							
1 T 15	x			Idem A			Idem A																				
4 T 15	x	x											ressorts														
7 T 15	x	x	x																		+						
12 T 15	x	x	x																								
19 T 15	x	x	x										capot														
22 T 15	x	x	x																								
31 T 15	x	x	x																	x							

I.2. Vérins

La liste des vérins utilisables avec leurs principales caractéristiques est reprise dans le tableau suivant :

UNITÉ CONO-COMPACT	1 T 13 1 T 15	7 T 13 4 T 15	12 T 13 7 T 15	19 T 13 12 T 15	31 T 13 19 T 15	22 T 15 31 T 15
Type de vérin	U 24	LP 110	LP 200	LP 300	LP 500	LP 750
Masse en kilogramme	36	180	260	410	710	1 240
Longueur en millimètre	680	650	675	770	905	950
Course en millimètre	210	200	200	200	200	200
Force maxi en kilonewton	235	1 100	2 000	3 000	5 000	7 500
Pression en bar maxi	600	486	545	520	585	535
Section en cm ² du piston	39,2	226	367	594	855	1 402

II. - LISTE DES UNITÉS AGRÉÉES

ANCRAGES	DS	SYSTÈME DE PRÉCONTRAINTE CONA COMPACT												
		Ancrage actif			Ancrage extérieur fixe			Ancrage passif noyé			Coupleurs			
		Aa	Af	Afp	Fa	Ff	Ffp	Na	Nf	Nfp	G « Loop »	GH		
Câbles	AC	A			F			N			G « Loop »	GH		
DS	AC	Aa	Af	Afp	Fa	Ff	Ffp	Na	Nf	Nfp		a	f	fp
1 T 13	1 T 13		X			X			X					
7 T 13	7 T 13	X	X		X	X		X	X		X		X	
12 T 13	12 T 13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	

19 T 13	19 T 13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
31 T 13	31 T 13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
1 T 15	1 T 15	X			X			X						
4 T 15	4 T 15	X	X		X	X		X	X		X		X	
7 T 15	7 T 15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
12 T 15	12 T 15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
19 T 15	19 T 15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
22 T 15	22 T 15	X	X	XX	X	X	X	X	X	X	X		X	
31 T 15	31 T 15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			

DS = désignation standard ; AC = appellation commerciale

III. - CARACTÉRISTIQUES DES UNITÉS

III.1. Définitions

A = Section de l'unité désignée.

Fo = Force maximale « sous l'ancrage côté béton ».

fo = Contrainte maximale « sous l'ancrage côté béton ».

FN = Force nominale de rupture.

fn = Contrainte nominale de rupture.

III.2. Unités composées de torons standard

UNITES	A mm ²	Fo kN	fo		FN kN	fn	
			Mpa	kg/mm ²		Mpa	kg/mm ²
T 13 Classe 1860 MPa A = 93 mm ² ; Frg = 173 kN							
1 T 13	93	139	1 488	151,7	173	1 860	189,6
7 T 13	651	969	1 488	151,7	1 211	1 860	189,6
12 T 13	1 116	1 661	1 488	151,7	2 076	1 860	189,6
19 T 13	1 767	2 630	1 488	151,7	3 287	1 860	189,6
31 T 13	2 883	4 290	1 488	151,7	5 363	1 860	189,6
T 15 Classe 1770 MPa A = 140 mm ² ; Frg = 248 kN							
1 T 15	140	198	1 416	144,3	248	1 770	180,4
4 T 15	560	793	1 416	144,3	992	1 770	180,4
7 T 15	980	1 387	1 416	144,3	1 736	1 770	180,4
12 T 15	1 680	2 379	1 416	144,3	2 976	1 770	180,4
19 T 15	2 660	3 766	1 416	144,3	4 712	1 770	180,4
22 T 15	3080	4 361	1 416	144,3	5 456	1 770	180,4
31 T 15	4 340	6 145	1 416	144,3	7 688	1 770	180,4
T 15 Classe 1860 MPa A = 140 mm ² ; Frg = 260 kN							
1 T 15	140	208	1 488	151,7	260	1 860	189,6
4 T 15	560	833	1 488	151,7	1 040	1 860	189,6
7 T 15	980	1 458	1 488	151,7	1 820	1 860	189,6
12 T 15	1 680	2 500	1 488	151,7	3 120	1 860	189,6
19 T 15	2 660	3 958	1 488	151,7	4 940	1 860	189,6
22 T 15	3 080	4 583	1 488	151,7	5 720	1 860	189,6
31 T 15	4 340	6 458	1 488	151,7	8 060	1 860	189,6

III.3. Unités composées de torons super

UNITES	A mm ²	Fo kN	fo		FN kN	fn	
			Mpa	kg/mm ²		Mpa	kg/mm ²
T 13 S Classe 1860 MPa A = 100 mm ² ; Frg = 186 kN							
1 T 13 S	100	149	1 488	151,7	186	1 860	189,6
7 T 13 S	700	1 042	1 488	151,7	1 302	1 860	189,6
12 T 13 S	1 200	1 786	1 488	151,7	2 232	1 860	189,6
19 T 13 S	1 900	2 827	1 488	151,7	3 524	1 860	189,6
31 T 13 S	3 100	4 613	1 488	151,7	5 766	1 860	189,6
T 15 S Classe 1770 MPa A = 150 mm ² ; Frg = 265 kN							
1 T 15 S	150	212	1 416	144,3	265	1 770	180,4
4 T 15 S	600	848	1 416	144,3	1 060	1 770	180,4
7 T 15 S	1 050	1 484	1 416	144,3	1 855	1 770	180,4
12 T 15 S	1 800	2 544	1 416	144,3	3 180	1 770	180,4
19 T 15 S	2 850	4 028	1 416	144,3	5 035	1 770	180,4
22 T 15 S	3 300	4 673	1 416	144,3	5 841	1 770	180,4
31 T 15 S	4 650	6 572	1 416	144,3	8 215	1 770	180,4
T 15 S Classe 1860 MPa A = 150 mm ² ; Frg = 279 kN							
1 T 15 S	150	223	1 488	151,7	279	1 860	189,6
4 T 15 S	600	893	1 488	151,7	1 116	1 860	189,6
7 T 15 S	1 050	1 562	1 488	151,7	1 953	1 860	189,6
12 T 15 S	1 800	2 678	1 488	151,7	3 348	1 860	189,6
19 T 15 S	2 850	4 241	1 488	151,7	5 301	1 860	189,6
22 T 15 S	3 300	4 910	1 488	151,7	6 138	1 860	189,6
31 T 15 S	4 650	6 919	1 488	151,7	8 649	1 860	189,6

III.4. Rappel

La force maximale sous l'ancrage à la mise en tension (dite force à l'origine) ne doit pas dépasser les valeurs prescrites par la réglementation en vigueur, ou les textes réglementaires de calcul qui sont applicables au type de construction considérée.

L'effort nominal de rupture FN ne peut être obtenu qu'en employant des torons présentant la résistance effective nécessaire.

IV. - PARTICULARITÉS DU PROCÉDÉ

L'acier livré en couronnes ou sur bobines permet le façonnage des câbles soit en usine soit directement sur le chantier.

Encombrement

L'encombrement des ancrages, après mise en tension des câbles, est limité au volume propre de l'ancrage sans majoration résultant de l'allongement du câble.

Compensation de la rentrée des clavettes

La mise en charge provoque une rentrée de 6 mm des clavettes dans l'ancrage actif d'où il résulte un abaissement de tension à l'extrémité du câble. Lorsque l'on veut éviter cet abaissement de tension, il est possible d'ajuster la tension à la valeur voulue en utilisant une chaise d'appui et des cales qui permettent de compenser en partie les effets des rentrées des clavettes.

Enfilage

Les câbles peuvent être enfilés après bétonnage dans des conduits ménagés dans le béton, dans tous les cas où le mode de construction tire avantage de cette possibilité.

Mise en tension par étapes successives

Lorsque la précontrainte doit être appliquée progressivement sur un béton jeune ou dont le durcissement a été ralenti par le froid, la mise en tension peut être faite par étapes.

Deux méthodes sont possibles :

- tension des câbles par séries successives. Les câbles de chaque série sont tendus à leur contrainte définitive ;
- tension des câbles à une valeur limitée et reprise plus tard de leur tension jusqu'à leur valeur finale.

Dans le cas où cette seconde méthode est retenue, on procède à une première mise en tension à la force partielle désirée suivie d'un blocage provisoire.

1. Possibilité du procédé

1.1. Détension et remplacement d'un câble

Un remplacement de câble n'est possible que si :

- le câble est muni de deux ancrages accessibles et n'est pas injecté ;
- les surlongueurs des ancrages actifs ne sont pas recépées et sont suffisantes pour permettre d'intercaler une chaise de détension entre le nez du vérin et la plaque d'appui.

On procède de la façon suivante :

Le câble est retendu jusqu'à ce que les clavettes d'ancrage aient quitté complètement la tête d'ancrage. Toutes les clavettes sont repoussées en utilisant l'ouverture latérale de la chaise de détension. Les clavettes sont gardées ouvertes et le câble est détendu.

Si la longueur de détension est supérieure à la course du vérin, on détend par étapes successives en se recalant sur les clavettes d'ancrage.

1.2. Mesure de l'effort à l'ancrage et recalage

On peut concevoir des ancrages spéciaux à partir d'ancrages classiques comportant des filetages extérieurs ou intérieurs.

En adaptant sur ces filetages des tiges de traction et un vérin de tension, on peut mesurer l'effort résiduel dans le câble ou même le retendre en recalant la tête d'ancrage, à condition que l'injection du câble ait été faite avec un produit souple du type graisse ou cire pétrolière.

2. Limitation d'emploi

Sans objet.

3. Rentrée des ancrages actifs

La rentrée de clavette côté ancrage actif après clavetage à la première mise en tension est prise égale pour toutes les unités en toron T 13 STANDARD ou SUPER, T 15 STANDARD ou SUPER, à 6 mm.

La valeur résiduelle après la deuxième mise en tension et recalage est prise égale à 3 mm.