

*Direction des affaires économiques
et internationales*

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

NOR : *EQUE9910008C*

Date d'application : à parution du *BO*.

Textes sources :

Décret n° 83-252 du 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, monotoron 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.

Annexe : fiche technique du procédé VSL pour dalles.

Mots clés libres : précontrainte, agrément.

Publication : Bulletin officiel.

Le ministre de l'équipement, des transports et du logement à 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 attribution) ; 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'art ; Messieurs les inspecteurs généraux des services techniques centraux (pour information).

Après avis de la commission interministérielle de la précontrainte, en date du 24 novembre 1997, l'agrément d'utilisation

du procédé de précontrainte VSL pour dalles est accordé pour les marchés publics de travaux.

L'annexe jointe présente la fiche technique du procédé de précontrainte VSL pour dalles. 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 VSL POUR DALLES

Agréé par la circulaire ministérielle n° 99-05 du 18 janvier 1999
(limite de validité 1^{er} janvier 2009)

Entreprise distributrice spécialisée : VSL FRANCE, siège social : 110, avenue de Verdun, B.P. 28, 91520 Egly, tél. : 01-69-26-14-00, télécopie : 01-60-83-89-95.

Plan de la circulaire

1. Principe du système

1.1. Les ancrages

1.1.1. Système de précontrainte sans injection

1.1.2. Système de précontrainte avec injection

1.2. Les vérins

2. Caractéristiques des unités

3. Particularités du système

3.1. Possibilités du système

3.2. Accessoires

3.3. Rentrée des ancrages actifs

1. Principe du système

Le système de précontrainte pour dalles est une application particulière du procédé VSL.

Le « câble VSL » est composé d'un ou de plusieurs torons en acier à haute résistance appelé armature et des ancrages s'y rapportant.

Cette application présente deux variantes :

- le système VSL de précontrainte pour dalles sans injection utilisant du toron graissé ou ciré, gainé d'un conduit en matière plastique. Il s'agit d'unités de 1 ou 4 torons.

- le système VSL de précontrainte pour dalles avec injection utilisant du toron nu disposé dans un conduit. Il s'agit d'unités de 4 torons maximum disposé dans un conduit qui est fréquemment une gaine plate soit en feuillard d'acier, soit en matière plastique (gaine VSL PT PLUS). L'injection est généralement réalisée avec un coulis de ciment.

Les torons constituant l'armature sont ceux définis dans le fascicule n° 4 titre II du CCTG et dans les annexes au règlement de l'homologation et du contrôle des armatures de précontrainte. Il s'agit de torons 7 fils de diamètres nominaux 12,5 - 12,9 - 15,2 et 15,7.

Chaque toron est mis en tension et se trouve bloqué dans un trou tronconique de l'ancrage au moyen de clavettes. Les clavettes sont spécifiques à chaque diamètre de torons, ainsi, pour les torons définis ci-avant quatre types de clavettes existent :

- les clavettes « normales » dites N pour les torons « standard », à savoir diamètres 12,5 et 15,2.

- les clavettes « super » dites S pour les torons « super », à savoir diamètres 12,9 et 15,7.

Les clavettes « super » se différencient des clavettes « normales » par la présence sur la face plane restant apparente d'une rainure de décolletage.

L'ancrage est assuré par le mouvement des torons lors du relâchement de la pression dans le vérin qui peut être précédé suivant les applications par un clavetage opéré par le vérin de mise en tension.

La dénomination des unités de précontrainte utilise : la désignation standard, conformément aux prescriptions données dans les annexes au règlement de l'agrément, ou l'appellation commerciale VSL explicitée ci-après.

Le choix de ces unités de précontrainte dicté par le système et par la force nécessaire pour la largeur de dalle considérée conduit en fonction du diamètre de toron et de sa classe, à un nombre de torons à disposer.

L'appellation des unités signifie (le premier chiffre indique le diamètre des torons, les éventuels chiffres suivants indiquent le nombre de torons constituant l'unité) :

5	= Ø 5/10"	= T 13	= 12,5	(1)
5S	= Ø 5/10" S	= T 13S	= 12,9	S pour super
6	= Ø 6/10"	= T 15	= 15,2	(1)
6S	= Ø 6/10" S	= T 15S	= 15,7	S pour super

(1) L'absence d'indice s'entend pour du toron standard ; en cas de confusion possible on trouvera l'appellation 5N ou 6N pour le confirmer.

1.1. Les ancrages

Les ancrages du procédé VSL peuvent selon la désignation standard et l'appellation commerciale se classer en :

1.1.1. Système de précontrainte sans injection

A. - ou ancrages actifs, ancrages types S.

Il s'agit des organes destinés à ancrer les armatures à l'extrémité par laquelle s'effectue la mise en tension.

L'unité monotoron est constituée d'une plaque d'ancrage et d'un corps d'ancrage monobloc percé d'un trou tronconique dans lequel le toron est ancré par coincement au moyen de clavettes.

La continuité de la protection et l'étanchéité entre la gaine et le corps d'ancrage est assuré par un manchon en matière plastique. Un capuchon en matière plastique obture le logement des clavettes après son remplissage de graisse par injection à la pompe.

L'unité de 4 torons est constituée d'une tête d'ancrage cylindrique percée d'autant de trous coniques que de torons à ancrer, l'ancrage est assuré par coincement au moyen de clavettes.

La tête d'ancrage s'appuie sur le béton par l'intermédiaire d'une plaque d'ancrage S transformant la géométrie des 4 torons selon un lit dans le béton en celle de l'arrangement des trous dans la tête d'ancrage. L'ancrage est équipé d'un capot et est rempli de graisse par injection.

F ou ancrages extérieurs fixes, ancrages types S.

Il s'agit des organes assurant le blocage des armatures à une extrémité sur laquelle on n'exerce pas d'effort de traction au moyen du vérin. N'entrent dans cette catégorie que les ancrages qui demeurent accessibles au moment des mises en tension.

Les ancrages type S qui ont les clavettes prébloquées et contrôlables au moment des mises en tension sont utilisés pour cette fonction.

N ou ancrages noyés, ancrages type SF.

Il s'agit des ancrages incorporés au béton de l'ouvrage, qu'ils soient ou non isolés par un capot. Ne sont considérés comme ancrages N que les ancrages faisant appel à la butée directe sur le béton pour bloquer l'extrémité des armatures.

Les ancrages monotorons de type S qui montés sur les câbles avant leur pose sont utilisés pour cette fonction. Leurs clavettes sont bloquées dans le corps d'ancrage au moyen d'un outillage spécial qui les assure mécaniquement contre tout mouvement de recul. L'ancrage reçoit la même protection que l'ancrage S.

I ou ancrages intermédiaires, ancrages types ZW, S et SK.

Il s'agit d'ancrages destinés à permettre la mise en tension par tronçon d'un câble lors d'une réalisation de la dalle à l'avancement.

- Unités monotorons :

L'ancrage ZW est constitué d'une tête d'ancrage type E (cf. note 1) enfilée sur le câble lors de sa fabrication, d'une plaque d'ancrage fendue et d'une paire de clavettes. Ces dernières pièces ne sont placées qu'après le bétonnage de la section à précontraindre.

L'ancrage S peut également être utilisé comme ancrage intermédiaire.

Après mise en tension du tronçon réalisé, la partie d'armature dénudée est recouverte d'une gaine se raccordant avec l'ancrage intermédiaire et graissée à nouveau.

- Unité de 4 torons :

Le coupleur type K du procédé peut être utilisé pour cette fonction.

1.1.2. Système de précontrainte avec injection

A ou ancrages actifs, ancrages type SO.

Il s'agit des organes destinés à ancrer les armatures à l'extrémité par laquelle s'effectue la mise en tension.

Ils sont constitués d'une plaque d'ancrage et d'un corps d'ancrage monobloc percé de 4 trous tronconiques dans lesquels les torons sont ancrés par coincement au moyen de clavettes.

Le corps d'ancrage est raccordé à la gaine au moyen d'une manchette équipée du raccordement d'injection ou d'évent.

F ou ancrages extérieurs fixes, ancrages type SO.

Il s'agit des organes assurant le blocage des armatures à une extrémité sur laquelle on n'exerce pas d'effort de traction au moyen du vérin. N'entrent dans cette catégorie que les ancrages qui demeurent accessibles au moment des mises en tension.

Les ancrages type SO qui ont les clavettes prébloquées et contrôlables au moment des mises en tension sont utilisés pour cette fonction.

N ou ancrages noyés, ancrages types P, U et L.

Il s'agit des ancrages incorporés au béton de l'ouvrage, qu'ils soient ou non isolés par un capot. Ne sont considérés comme ancrage N que les ancrages faisant appel à la butée directe sur le béton pour bloquer l'extrémité des armatures.

Dans les ancrages de type P, chaque toron, garni d'une douille sertie en son extrémité, est bloqué derrière une plaque de répartition concave percée de trous pour leurs passages.

Dans les ancrages de type U, les torons font une boucle derrière une plaque de répartition incurvée.

Dans les ancrages de type L, les torons décrivent une boucle sur 180° environ dans un conduit cintré qui ramène l'armature aux environs de son point de départ.

G ou ancrages par adhérence, ancrages type H.

Il s'agit d'ancrages faisant appel en tout ou en partie à l'adhérence pour assurer la fixité de l'extrémité des armatures par rapport au béton.

Dans les ancrages de type H, les torons nus sur une longueur de scellement voient en leurs extrémités les fils pliés pour former un bulbe.

C ou coupleurs, coupleurs type SOK.

Il s'agit d'ancrages assurant la continuité de deux armatures mises en tension l'une après l'autre à l'occasion de deux phases distinctes de travaux.

Dans les coupleurs de type SOK, le câble de première phase est ancré côté coupleur avec des clavettes dans une tête d'ancrage, appuyée sur une plaque d'ancrage. La tête comporte sur sa périphérie des logements pour l'accouplement et, le câble de deuxième phase, côté coupleur, comporte des torons garnis de douilles serties ancrés dans lesdits logements.

L'accouplement est isolé du béton par un capot.

1.2. Les vérins

Les armatures sont tendues au moyen de vérins VSL de mise en tension.

Il s'agit de vérins double effet qui permettent de tendre le toron en une ou plusieurs étapes et le cas échéant de le détendre.

Il existe deux modèles de vérins : le modèle à double piston pour se monter à cheval sur le toron et le modèle à trou central pour se monter uniquement en bout de toron.

Ils sont constitués de : en partant de l'ancrage lié à la construction :

- chaise à l'avant - équipée ou non d'un vérin de clavetage - s'appuyant sur l'ancrage ;
- corps de vérin ;
- ancrage auxiliaire situé aussi près que possible de la chaise pour réduire la surlongueur.

Liste des vérins VSL

Les vérins monotorons ci-après sont utilisés pour la mise en tension des câbles des 2 systèmes sans ou avec injection. Les câbles avec ancrage S 6-4 seront de préférence tendus avec les vérins multi-torons du procédé.

DÉSIGNATION	DKP 5	DKP 6	ZPE.23 FJ
Type	2 pistons	2 pistons	1 piston creux
Encombrement mm ²	162 x 150	250 x 165	Ø 100
Longueur mm	570	560	790
Poids Kg	19	27	23
Course mm	200	215	200
Section mm ²	3 103	4 568	4 710
Force maximum kN	147	208	230
Pression maximum bar	473	455	488

2. Caractéristiques des unités

A partir des caractéristiques des torons définis dans la fascicule 4 du titre II du CCTG et dans les annexes au règlement de l'homologation et du contrôle des armatures de précontrainte, et de la valeur maximale de la tension à l'origine défini dans l'article 3-2 du BPEL, nous avons les forces maximales à la sortie des organes de mise en tension, côté béton, au moment de la mise en tension $F_{o,0 \max} = \text{MIN} [0,8 Fr ; 0,9 Fe]$.

Ø TORON section mm² classe MPa FRkN	T 13 - 0,5''		T 15 - 0,6''	
	Ø12,5 - 5N	Ø12,9 - 5S	Ø15,2 - 6N	Ø15,7 - 6S
	93	100	140	150
	1860	1860	1860	1860
	173,0	186,0	260,0	279,0
Système de précontrainte sans injection				
Nombre de torons constituant l'unité			Fo,o max	Fo,o max
			kN	kN
1	-	-	208,0	223,2
4	-	-	832,0	892,8
Système de précontrainte avec injection				
Nombre de torons constituant l'unité	Fo,o max	Fo,o max	Fo,o max	Fo,o max
	kN	kN	kN	kN
4	553,6	595,2	832,0	892,8

Le système peut être employé avec des torons de classe inférieure (1770 MPa). Dans ce cas, les valeurs Fr et Fo,o max doivent être minorées en conséquence.

Il est rappelé que les valeurs indiquées s'entendent dans les termes du paragraphe d'introduction et que les textes réglementaires ou autres applicables à des types singuliers de constructions peuvent être à considérer.

3. Particularités du système

3.1. Possibilités du système

Le système, par les développements induits par des applications particulières permet de signaler les points suivants :

- tension partielle ou par étape : Lorsque la précontrainte doit être appliquée progressivement, la mise en tension peut être faite par étapes. La première tension partielle effectuée, au début de la deuxième étape, les clavettes sont débloquées par l'action du vérin sur le toron. Une fois l'effort désiré atteint, on relâche la pression dans le vérin et les clavettes vont se bloquer à nouveau dans l'ancrage. Cette manière de procéder est la même que celle qui consiste à mettre en tension un câble de grande longueur dont l'allongement nécessite plusieurs courses successives du vérin.

- détension : La détension d'un câble ancré par un ancrage de type S est chose possible de façon tout à fait courante à l'aide d'un outillage monté sur le vérin de mise en tension pour autant que les surlongueurs nécessaires de torons aient été conservées.

3.2. Accessoires

Le matériel VSL, présenté en partie dans le paragraphe 1.2 entend des composants modulaires et compatibles, aussi existe-t-il pour les vérins une gamme étendue d'outillages que VSL préconisera :

exemple : chaise de tension ;
chaise de détension.

3.3. Rentrée des ancrages actifs

Il sera tenu compte d'une rentrée de clavettes de :

- 6 mm qui est constante pour toutes les unités et applicable à tous les types d'ancrage utilisant des clavettes 5 N/S ou 6 N/S mis en œuvre avec l'action d'un vérin de clavetage.
- le système de précontrainte des dalles ne permet pas de recalage.

NOTE (S) :

(1) voir agrément du procédé de précontrainte VSL (circulaire n° 97-75)