

*Direction des affaires économiques  
et internationales*

**Circulaire n° 2001-16 du 28 février 2001 relative à la conception de la précontrainte extérieure au béton**

NOR : *EQUE0110039C*

*Références :*

Décret n° 92-72 du 16 janvier 1992 relatif à la composition du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux et approuvant ou modifiant divers fascicules ;

Décret n° 93-446 du 26 mars 1993 relatif à la composition du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux et approuvant ou modifiant divers fascicules ;

Circulaire n° 92-74 du 1<sup>er</sup> décembre 1992 relative aux mesures d'application pour les ouvrages relevant du ministère de l'équipement, du logement et des transports, du fascicule 65 A « Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé et en béton précontraint par post-tension » faisant partie du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux passés au nom de l'Etat ;

Circulaire n° 93-57 du 23 juillet 1993 relative aux mesures d'application pour les ouvrages relevant du ministère de l'équipement, du logement et des transports, de l'additif au fascicule 65 A « Exécution des ouvrages de génie civil en béton armé et en béton précontraint par post-tension » faisant partie du cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux passés au nom de l'Etat ;

Circulaire n° 94-33 du 19 avril 1994 apportant des compléments à la réglementation de la mise en œuvre de la précontrainte (coefficient de transmission) ;

Circulaire n° 94-34 du 19 avril 1994 apportant des compléments à la réglementation et à l'utilisation des barres de précontrainte ;

Circulaire n° 99-53 du 20 août 1999 apportant des compléments à la réglementation de la mise en œuvre de la précontrainte extérieure ;

Circulaire n° 99-54 du 20 août 1999 instituant un avis technique des coulis d'injection pour conduits de précontrainte, délivré par la commission interministérielle de la précontrainte.

*Mots clés* : précontrainte, câbles ; injection ; rupture.

*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'Ile-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'Ile-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) ; Mesdames et 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 (pour information).*

## **1. Situation actuelle pour les ouvrages existants**

Dans la très grande majorité des structures existantes, la protection des câbles extérieurs est assurée par un conduit étanche en PEHD injecté au coulis de ciment.

Une double enveloppe dans les zones de traversée du béton (déviateurs et zones d'ancrage) réserve la possibilité de démonter les câbles sans affecter le béton de structure.

L'énergie élastique emmagasinée au cours de la mise en tension d'un câble de grande longueur est considérable. Elle peut provoquer un fouettement du câble et une expulsion de ses extrémités lors de la coupe. Ce phénomène s'explique par l'intervention de l'adhérence entre les armatures et le coulis qui fait du câble une entité composite à part entière en interdisant à ses différents constituants (en général torons) tout comportement individuel, sauf de façon très locale.

C'est pourquoi, lors des opérations de démontage ou de détension sur des ouvrages existants, il faut prendre des précautions particulières visant à limiter les aléas sur la sécurité du personnel et la pérennité des structures. Ces précautions peuvent conduire à des dispositifs lourds, difficiles à mettre en place et coûteux.

## **2. Dispositions à prendre pour les ouvrages à construire**

Il importe par conséquent, dans les structures à construire, de réduire l'énergie libérable en une fois par une rupture ou par une coupure d'acier. Ceci conduit :

- soit à désolidariser les armatures élémentaires des câbles longs,
- soit à cloisonner les câbles sur leur longueur en éléments pouvant se comporter indépendamment les uns des autres.

Compte tenu de l'état actuel des technologies, deux familles de solutions sont envisageables :

2.1. *Solutions de type a* : elles consistent à éviter toute possibilité de transfert d'effort d'un toron à l'autre par adhérence en utilisant un produit souple qualifié pour assurer la protection directe des aciers.

Deux solutions de type a sont possibles :

Solution a 1 : loger le faisceau de torons clairs constituant le câble dans un conduit général qu'on injecte de produit souple après mise en tension des armatures. Ce produit souple doit être éprouvé, et assurer un remplissage correct entre les fils élémentaires tout en permettant la libre circulation de l'armature. Il importe alors de prendre des précautions particulières dans les déviations pour y éviter l'écrasement du conduit s'il est en plastique, sous l'effet de la poussée au vide permanente de l'ensemble des torons. Il convient de remarquer, par ailleurs que si le produit de remplissage doit être injecté à chaud, les problèmes de dilatation et de retrait thermique peuvent nécessiter la mise en œuvre de dispositions spécifiques adaptées, et qu'enfin, ce type de protection est particulièrement sensible au feu.

Solution a 2 : enfiler un ensemble de torons protégés-gainés dans un conduit général qu'on injecte au coulis de ciment avant d'effectuer la mise en tension, le coulis n'ayant plus alors la fonction de protection de l'acier ( assurée par la graisse et le gainage individuel des torons) mais uniquement celle « d'écarteur » destinée à figer la position relative des armatures individuelles.

D'autres solutions sont imaginables au sein de la famille a, laquelle implique simplement :

- l'absence d'adhérence entre armatures de telle façon que la rupture ou la coupure de l'une d'entre elles reste sans effet sensible sur les autres ;
- la présence d'un dispositif général anti-fouettement ;
- la présence de dispositions particulières afin de ne pas endommager la protection des torons dans les déviations.

2.2. *Solutions de type b* : elles conservent le principe d'une injection au coulis de ciment pour combler le vide entre les torons clairs et le conduit, en prenant en compte les améliorations apportées aux coulis

par la circulaire n° 99-54 du 20 août 1999 instituant leur avis technique.

Il faut alors limiter la longueur de câble intéressée par une rupture ou une coupure. Deux solutions de type b sont envisageables :

- solution b1 : rétablir une solidarisation totale ou partielle à la structure à la traversée des déviateurs, qui doivent alors être dimensionnés pour reprendre les efforts correspondants ;
- solution b2 : prévoir des dispositifs amortisseurs adaptés au problème le long du tracé du câble.

Dans tous les cas, des dispositions technologiques permettant d'assurer la démontabilité et le remplacement des câbles doivent être prévues et faire l'objet d'une validation si aucune application concrète de ces idées n'a été réalisée.

D'autres solutions technologiques sont imaginables, pour autant que la conception des ouvrages permette une certaine latitude sur l'encombrement géométrique des câbles et de leurs organes d'ancrage.

La solution consistant à disposer des faisceaux de torons élémentaires protégés-gainés normalisés, sans gaine collective sera évitée. En effet, l'épaisseur de la gaine plastique du toron élémentaire normalisé n'est pas suffisante pour assurer la pérennité des armatures dans ce cas et la gaine collective est indispensable pour la sécurité des personnels d'exploitation.

### 3. Conclusion

Dans la pratique il est demandé aux maîtres d'œuvre d'établir leurs consultations sur les solutions suivantes :

- solutions de type a ;
- solutions de type b, pour autant que soient satisfaites toutes les exigences énoncées en 2.2. ci-avant ;
- d'admettre au niveau du règlement de la consultation des variantes concernant la protection des armatures extérieures, à condition qu'il soit démontré par l'entrepreneur que les dispositions retenues permettent un démontage maîtrisé.

Dans tous les cas, les détails technologiques des solutions proposées, ainsi que les conditions de leur démontabilité, devront être définis avant signature du marché et faire l'objet d'une autorisation d'emploi de la commission interministérielle de la précontrainte (CIP), ce qui implique que ses rapporteurs soient saisis suffisamment en amont.

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