

RECOMMANDATIONS
CONCERNANT LA CONCEPTION, LE CALCUL,
L'EXÉCUTION ET LE CONTRÔLE
DES TIRANTS D'ANCRAGE

ÉTABLIES PAR LE BUREAU SECURITAS

Troisième édition
entièrement refondue



EYROLLES

61, boulevard Saint-Germain - 75005 PARIS

1986

JANVIER 1986

RECOMMANDATIONS T.A. 86

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS DE LA PREMIÈRE ÉDITION	V
AVANT-PROPOS	VII
MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL	IX
PRINCIPALES NOTATIONS	XI

CHAPITRE PREMIER : Préambule

1.1. <i>Objet des Recommandations</i>	1
1.2. <i>Importance et actualité du problème</i>	2
1.3. <i>Caractères des Recommandations</i>	3
1.4. <i>Importance de la mise en œuvre des tirants d'ancrage</i>	3
1.5. <i>Obligations des entreprises</i>	4
1.6. <i>Méthodologie de l'étude des tirants d'ancrage</i>	4

CHAPITRE 2 : Définitions

2.1. <i>Définitions relatives aux phases successives de la vie d'un tirant</i>	7
2.2. <i>Définitions relatives aux efforts sollicitant les tirants</i>	10
2.21. <i>Traction limite</i>	10
2.22. <i>Traction admissible</i>	11
2.3. <i>Définitions relatives aux caractéristiques dimensionnelles des tirants</i>	13

CHAPITRE 3 : Spécifications concernant les matériaux

3.1. <i>Acier</i>	15
3.11. Nature des aciers	15
3.12. Tractions admissibles	16
3.121. Aciers pour précontrainte	16
3.122. Aciers pour tirants non précontraints (tirants passifs)	16
3.13. Remarque importante	17
3.2 <i>Ciment de scellement</i>	18
3.20. Généralités	18
3.21. Choix du ciment en fonction de l'agressivité du terrain environnant	18
3.211. Classification des terrains	18
3.212. Terrains très agressifs	19
3.212. Terrains moyennement agressifs	21
3.214. Terrains non agressifs	22
3.22. Choix du ciment en fonction de son agressivité vis-à-vis des armatures	22
3.221. Cas où l'armature du tirant est constituée par des aciers de précontrainte	22
3.222. Cas où l'armature est constituée par des aciers pour béton armé	23
3.23. Récapitulation du choix du ciment en fonction des deux critères précédents	23
3.24. Additifs et adjuvants	23
3.3. <i>Résines de scellement et de protection contre la corrosion</i>	24
3.31. Résines de scellement	24
3.32. Résines de protection contre la corrosion	24

CHAPITRE 4 : Protection des tirants contre la corrosion

4.0. <i>Généralités</i>	25
-------------------------------	----

4.01. Généralités sur les armatures des tirants	25
4.02. Aciers ordinaires	26
4.03. Aciers pour armatures de précontrainte	26
4.1. <i>Paramètres influant sur l'importance de la protection des tirants précontraints</i>	27
4.11. Durée d'utilisation	27
4.12. Nature du milieu ambiant	28
4.2. <i>Généralités sur la protection contre la corrosion de la partie libre des tirants précontraints</i>	29
4.20. Classification des protections	29
4.21. Définition de la classe PO	31
4.22. Définition de la classe P1	31
4.23. Définition de la classe P2	31
4.3. <i>Choix de la protection à prévoir pour la partie libre</i>	32
4.31. Choix de la classe de protection	32
4.32. Choix de la nature de la protection	33
4.33. Choix entre la protection antérieure et la protection postérieure	35
4.4. <i>Critères de qualité auxquels doivent satisfaire les protections de la partie libre</i>	36
4.41. Conditions générales	36
4.42. 1 ^{er} cas : la protection à assurer est de la classe P1	36
4.43. 2 ^e cas : la protection à assurer est de la classe P2	38
4.5. <i>Protection de la partie scellée des tirants d'ancrage</i>	39
4.50. Enoncé des exigences	39
4.51. Protection de la classe P1	40
4.52. Protection de la classe P2	41
4.6. <i>Protection de la tête d'ancrage et de la zone de raccordement du tirant à l'ouvrage</i>	42
4.60. Généralités	42

4.61. Principes de protection de la zone de raccordement communs aux classes P1 et P2	43
4.62. Dispositions particulières supplémentaires pour une protection de la classe P2.....	43
4.7. <i>Mise en œuvre de la protection</i>	47
4.71. Délais de mise en œuvre de la protection	47
4.72. Conditions de mise en œuvre	48
4.8. <i>Dispositions particulières à chaque système</i>	50

CHAPITRE 5 : Mise en œuvre

5.0. <i>Généralités</i>	51
5.1. <i>Forage</i>	51
5.2. <i>Mise en place de l'armature</i>	52
5.3. <i>Accrochage du tirant au sol</i>	53
5.30. Généralités	53
5.31. Procédés n'utilisant ni les coulis ni les mortiers de scellement	53
5.32. Procédés utilisant les coulis et les mortiers de scellement	53
5.4. <i>Mise en service du tirant</i>	54
5.40. Généralités sur la mise en service	54
5.41. Tractions caractéristiques de mise en tension	56
5.411. Traction d'épreuve T_e	56
5.412. Traction de début de blocage et pertes	59
5.42. Matériel et appareillage de mise en tension	62
5.420. Remarques liminaires.....	62
5.421. Spécifications particulières	63
5.43. Application de la traction d'épreuve T_e	66
5.430. Remarques liminaires sur les caractéristiques mesurables	66
5.431. Fixation des pressions de mise en tension	68

5.432. Processus de montée en pression	71
5.433. Epreuve du tirant	71
5.44. Blocage du tirant et détente du vérin	72
5.441. Mode opératoire	72
5.442. Détermination de la traction de fin de blocage ..	73
5.443. Vérification de la traction de service T_2	74
5.5. <i>Détente des tirants provisoires</i>	75

CHAPITRE 6 : Les essais de tirants

6.0. <i>Définitions, objectifs et opportunité des différents essais</i>	77
6.01. Les différents types d'essais	77
6.02. Les objectifs des différents essais. Spécifications générales	77
6.021. Les essais préalables	77
6.022. Les essais de conformité	78
6.023. Les essais de contrôle	78
6.024. Les essais lors de la mise en tension	79
6.03. Opportunité des essais. Obligations des divers contractants	79
6.031. Domaine d'application	79
6.032. Essais préalables	79
6.033. Essais de conformité	81
6.034. Essais de contrôle	81
6.035. Les essais lors de la mise en tension	82
6.036. Récapitulation	82
6.1. <i>Les essais préalables</i>	82
6.11. Objet des essais préalables	82
6.12. Réutilisation des tirants d'essai	83
6.13. Nombre de tirants d'essai à prévoir	83
6.14. Date de réalisation des essais	86
6.15. Emplacements des tirants d'essai	86

6.16. Exécution des tirants d'essai et des massifs d'appui éventuels	87
6.161. Tirants d'essai	87
6.162. Massifs d'appui	89
6.17. Matériel et appareillage pour la réalisation des essais préalables	89
6.170. Généralités	89
6.171. Mesure des déplacements	90
6.172. Mesure des charges	91
6.173. Remarque concernant la mesure des déplacements et des charges	91
6.174. Appareillage de mise en tension	91
6.175. Remarque : mesure des efforts le long du scellement	91
6.18. Mode opératoire des essais préalables et interprétation des résultats	92
6.180. Généralités	92
6.181. Conduite des essais. Précautions à prendre	92
6.182. Processus général des essais	93
6.183. Mode opératoire des essais du premier tirant	93
6.184. Interprétation des résultats de l'essai du premier tirant	97
6.185. Mode opératoire des essais du deuxième tirant	101
6.186. Interprétation des résultats des essais du deuxième tirant	104
6.187. Recherche de la traction de service	106
6.2. <i>Les essais de conformité</i>	108
6.20. Généralités	108
6.21. Nombre de tirants d'essai à prévoir	108
6.22. Date de réalisation des essais	109
6.23. Matériel et appareillage d'essais	109
6.24. Mode opératoire des essais de conformité	109
6.241. Généralités	109
6.242. Processus	110

6.243. Mesures effectuées	111
6.25. Interprétation des résultats, critères de réception des tirants	111
6.3. <i>Les essais de contrôle</i>	112
6.30. Généralités	112
6.31. Nombre de tirants	112
6.32. Matériel et appareillage d'essais	112
6.33. Mode opératoire des essais de contrôle	112
6.331. Tirants provisoires	113
6.332. Tirants permanents	113
6.34. Critères de réception des tirants soumis aux essais de contrôle	113
6.341. Allongements mesurés	113
6.342. Forme de la courbe de fluage	114
6.4. <i>Les essais lors de la mise en tension</i>	114
6.40. Généralités	114
6.41. Mode opératoire	114
6.411. Opérations obligatoires	114
6.412. Cycles complémentaires	116
6.42. Durée de l'épreuve du tirant et intervalles de mesure	117
6.421. Choix du temps t_1 origine de l'épreuve	117
6.422. Durée de l'épreuve	117
6.423. Intervalles de mesure	117
6.43. Critères de réception	118
6.430. Généralités	118
6.431. Déplacement du scellement	118
6.432. Estimation de la longueur libre équivalente	121

CHAPITRE 7 : Contrôle périodique de la traction

7.1. <i>Opportunité de procéder à un tel contrôle</i>	125
7.2. <i>Modalités de contrôle des tirants permanents</i>	125

7.21. Prise en charge du contrôle	125
7.22. Durée et fréquence du contrôle	126
7.23. Dispositif de contrôle	126
7.231. Définition du dispositif	126
7.232. Distribution et nombre des appareils de contrôle.	127
7.233. Critères de choix des appareils de contrôle	128
7.234. Nature des appareils de contrôle et mode opératoire	129

CHAPITRE 8 : Recommandations à l'usage des Maîtres d'Ouvrages

8.1. <i>Préambule</i>	131
8.2. <i>Technologie des tirants</i>	131
8.3. <i>Protection contre la corrosion</i>	132
8.4. <i>Essais</i>	132
8.5. <i>Contrôles périodiques dans le temps</i>	133
8.6. <i>Autorisations de pose, redevances</i>	133
8.7 <i>Dispositions constructives particulières concernant les structures ancrées</i>	133
8.8. <i>Pièces écrites et cahiers des clauses techniques</i>	134

ANNEXE I : Stabilité des soutènements

A1.1. <i>Conditions de stabilité</i>	137
A1.11. Vérification de l'équilibre séparé de chacun des éléments constitutifs du soutènement	137
A1.12. Vérification de la stabilité générale du terrain environnant la structure	138
A1.2. <i>Equilibre de la paroi isolée</i>	138
A1.21. Composantes horizontales des forces	139
A1.22. Composantes verticales des forces	139

A1.3. <i>Résistance de l'ancrage</i>	141
A1.4. <i>Stabilité d'ensemble</i>	141
A1.41. Equilibre du massif à nappe unique	142
A1.42. Equilibre du massif sollicité par plusieurs nappes d'ancrages	146
A1.5. <i>Stabilité générale du terrain environnant</i>	147

**ANNEXE 2 : Vérification de la stabilité d'ensemble
des tirants verticaux pour radier**

A2.1. <i>Méthode</i>	148
A2.11. Principe	148
A2.12. Méthode pratique	148
A2.2. <i>Volume unitaire associé (cône d'influence)</i>	148
A2.21. Forme réelle	149
A2.22. Volume pratique, en sol homogène	150
A2.23. Volume pratique, en sol stratifié	151
A2.24. Volume pratique, dans un sol homogène surchargé par un sol sans frottement	152
A2.25. Volume pratique, dans un sol homogène surchargé de façon uniforme	152
A2.26. Valeur limite du demi-angle au sommet β	153
A2.3. <i>Réduction du volume d'influence</i>	153
A2.31. Principe	153
A2.32. Réduction de F	154
A2.33. Formule pratique	154

ANNEXE 3 : Guide pour le prédimensionnement des tirants

A3.1. <i>Rappel</i>	155
---------------------------	-----

A3.2. <i>Le dimensionnement de l'armature</i>	156
A3.3. <i>Le dimensionnement de la longueur libre L_L</i>	157
A3.4. <i>Le dimensionnement de la longueur de scellement L_s</i>	158
A3.41. <i>Enoncé des exigences</i>	158
A3.42. <i>Condition de non-glissement des armatures</i>	158
A3.43. <i>Méthodes de détermination de la longueur de scellement</i>	158
A3.430. <i>Généralités</i>	158
A3.431. <i>Résistance des scellements</i>	159
A3.432. <i>Méthodes de dimensionnement empiriques</i> .	160