



**Commission
de Normalisation
Justification
des Ouvrages
Géotechniques**

PRESIDENT

Jean-Paul VOLCKE

SECRETARIAT

Sébastien Burlon

☎ 01 81 66 81 07

✉ Sebastien.Burlon@ifsttar.fr

Le 30 août 2016

Destinataires :

Membres de la CNJOG

Objet : Calcul et dimensionnement des tirants selon l'Eurocode 7

Introduction

La version initiale de l'Eurocode 7 (2005) avait nécessité de développer le dimensionnement des tirants dans la norme NF P 94.282.

L'amendement 2014 de l'Eurocode (NF EN 1997-1/A1) a rétabli une « justification européenne » acceptable mais sa compatibilité requiert a minima quelques explications et adaptations (mineures).

INTRODUCTION.....	1
1 OBJET ET CHAMP D'APPLICATION.....	2
2 DIMENSIONNEMENT DES TIRANTS	2
3 NOMBRE ET TYPE D'ESSAIS.....	3
4 PROCEDURE D'ESSAIS.....	4

Le Président de la CNJOG

Signé

J.P. VOLCKE

IFSTTAR – 14-20 Bvd Newton Cité Descartes, Champs sur Marne F-77447 Marne La Vallée Cedex 2



**BUREAU DE NORMALISATION DES TRANSPORTS, DES ROUTES ET DE LEURS
AMENAGEMENTS**

(Bureau de normalisation sectoriel agréé par décision du délégué interministériel aux normes du 21 février 2012)

1 OBJET ET CHAMP D'APPLICATION

Il existe différents types d'ouvrages que l'on qualifie de tirants :

- des ouvrages en béton armé mais plus souvent encore métalliques, qui travaillent en traction (typiquement la structure qui relie un écran/rideau et un contre-rideau) ; *ces ouvrages n'entrent pas dans le domaine de l'Eurocode 7 et il convient de se reporter aux Eurocodes appropriés (respectivement NF EN 1992 et NF EN 1993) pour les justifier* ;
- des ouvrages géotechniques qui travaillent en traction
 - qui ne comportent pas de partie libre (*) ; *il s'agit là de pieux (micropieux) ou de clous dont la justification relève respectivement de la NF P 94 262 ou de la NF P 94 270* ;
 - qui comportent une partie libre (*) ; ils sont passifs ou précontraints ; ils sont l'objet de la section 8 de l'Eurocode 7 (amendement NF EN 1997-1/A1), ils sont traités dans la NF P 94282 et ils constituent donc le thème de la présente note.

(*) On se reportera à la NF P 94 282 pour le rôle (§ 12.1.1 (2)) et la détermination (§ 14 et annexe G) de la partie libre d'un tirant d'ancrage scellé.

NB ce document comporte en annexes :

- un tableau des notations recommandées par la Commission, avec correspondance avec celles en usage dans les autres textes usuels ;
- un tableau de synthèse des différents types d'essais dont le titre peut varier selon les textes ; le tableau intègre donc le vocabulaire recommandé par la Commission.

2 DIMENSIONNEMENT DES TIRANTS

La seule méthode admise pour justifier des tirants d'ancrage scellés en phase d'exécution (mission G3 de la norme NF P 94 500) est l'exploitation des résultats d'essais à la rupture.

Ces essais peuvent être réalisés lors de toutes les phases des missions géotechniques (G2 AVP, G2 PRO, G2 DCE, G3, selon NF P 94500), voire à l'occasion d'opérations voisines, sous réserve que les conditions d'exécution (de sol et de technologie de réalisation) soient similaires à celles des tirants de l'ouvrage.

Par essais à la rupture, il faut entendre essais de chargement par paliers à effort constant (comme NF P 94 153 les décrit) dont l'objectif est de déterminer la charge critique de fluage et/ou la charge limite de rupture, ou de vérifier des valeurs préalablement estimées.

Note (1) : cette estimation préalable peut être obtenue par exemple avec les abaques des TA 95.

Note (2) : ceci suppose un dimensionnement approprié de l'armature du tirant et du massif de réaction.

Le nombre minimal de tirants N testés est, pour chaque condition de terrain et de technologie de tirant, si v est le nombre total de tirants répondant simultanément à cette condition de terrain et de technologie d'exécution, de

- 2 si v est inférieur ou égal à 200 ;
- 3 si v est compris entre 201 et 500 ;
- 4 si v est compris entre 501 et 1000 ;

- 5 si v est compris entre 1001 et 2000 ;
- 6 si v est compris entre 2001 et 4000.

Cette disposition est issue de la NF P 94 153 et du TA 95 ; elle est conforme à la section 8 (tableau A20) en considérant qu'un tirant d'essai correspond à $n=1$.

3 NOMBRE ET TYPE D'ESSAIS

Essais de réception

Tous les tirants font l'objet d'un essai de réception à une charge d'épreuve P_p qui respecte l'inégalité suivante :

$$P_p \geq \gamma_{a ; \text{réc ; ELS}} F_{\text{serv ; k}}$$

Où $\gamma_{a ; \text{réc ; ELS}}$ est la valeur du facteur partiel de l'essai (par paliers à effort constant) d'un scellement pour les états limites de service

En France, sont retenues les valeurs de 1.15 pour un tirant provisoire et de 1.25 pour un tirant définitif.

Note : les tirants qui relèvent de la section 8 ne sont pas compatibles avec la méthode statistique d'interprétation des essais décrite par NF P 94 282

Essais à la rupture

Les essais à la rupture décrits par le §2 permettent de fixer les valeurs caractéristiques suivantes.

$$R_{\text{ELU ; k}} = (R_{\text{ELU ; m}})_{\text{min}}$$

Où $R_{\text{ELU ; m}}$ est la valeur mesurée de la résistance à l'arrachement.

Et la valeur de calcul est alors :

$$R_{\text{ELU ; d}} = R_{\text{ELU ; k}} / \gamma_{a ; \text{ELU}}$$

Où $\gamma_{a ; \text{ELU}} = 1.1$ (tableau A19 de NF EN 1997-1/A1 et tableau A.2.3 de NF P 94 282 ; approche R2)

$$R_{\text{ELS ; k}} = (R_{\text{ELS ; m}})_{\text{min}}$$

Où $R_{\text{ELS ; m}}$ est la valeur mesurée de la résistance critique de fluage.

Et la valeur de calcul est alors :

$$R_{\text{ELS ; d}} = R_{\text{ELS ; k}} / \gamma_{a ; \text{ELS}}$$

Où $\gamma_{a ; \text{ELS}} = 1.1$ pour un tirant d'ancrage provisoire ;
 $\gamma_{a ; \text{ELS}} = 1.2$ pour un tirant d'ancrage permanent

Essais de contrôle

En France, le nombre n d'essais à la rupture et de contrôle (de l'article 8.5.2 (1) de NF EN 1997-1/A1) est défini comme suit :

- N essais à la rupture pour chaque condition de terrain et de technologie de tirant (voir § 2 ci-dessus) ;
- plus des essais de contrôle à raison de un par série de 40 tirants avec un nombre minimal de 3 par chantier.

Note le nombre n d'essais n'est donc pas fixe et varie avec le nombre total de tirants ; il n'est pas inférieur à 5 (2 essais à la rupture et 3 essais de contrôle).

La charge d'épreuve de ces essais de contrôle est $P_p \geq \gamma_{a; \text{réc}; \text{ELS}} F_{\text{serv}; k}$

Où $\gamma_{a; \text{réc}; \text{ELS}}$ est la valeur du facteur partiel de l'essai (par paliers à efforts constants) d'un scellement pour les états limites de service

En France, sont retenues les valeurs de 1.15 pour un tirant provisoire et de 1.25 pour un tirant définitif.

L'essai est mené en 5 paliers à effort constant maintenus 1 heure.

Note : l'essai de contrôle peut tenir lieu d'essai de réception.

4 PROCEDURE D'ESSAIS

Dans l'attente de la norme européenne NF EN ISO 22477-5, c'est la norme NF P 94 153 qui s'applique.

TABLEAU DE CORRESPONDANCE DES NOTATIONS

EN 1997-1/A1	NOTATION				Définitions recommandées (2)
	NF P 94 282	TA 95 (1)	NF P 94 153	recommandée	
$E_{ULS;d}$	P_d	<i>nd</i>		$E_{ELU;d}$	valeur de calcul de l'effet des actions à l'état limite ultime à laquelle le scellement doit résister
$F_{ULS;d}$	<i>nd</i>	<i>nd</i>		$F_{ELU;d}$	Valeur correspondant à l'enveloppe des efforts dans le tirant issus de calculs ELU avec application de facteurs partiels
$F_{serv;d}$	<i>nd</i>	<i>nd</i>		$F_{serv;d}$	valeur de calcul pondérée de la traction de service $F_{serv;k}$ En France, de facto égal à $E_{ULS;d}$
$F_{serv;k}$	$P_{d;serv}$	T_r		$F_{serv;k}$	valeur caractéristique de la traction de service du tirant, incluant l'effet de la charge de blocage
$R_{SLS;d}$	$R_{ac;d}$	T_s		$R_{ELS;d}$	valeur de calcul de la résistance d'un scellement à l'état limite de service
$R_{SLS;k}$	$R_{ac;k}$	<i>nd</i>		$R_{ELS;k}$	valeur caractéristique de la résistance d'un scellement à l'état limite de service
$R_{ULS;d}$	$R_{a;d}$	<i>nd</i>		$R_{ELU;d}$	valeur de calcul de la résistance d'un scellement à l'état limite ultime
$R_{ULS;k}$	$R_{a;k}$	<i>nd</i>		$R_{ELU;k}$	valeur caractéristique de la résistance d'un scellement à l'état limite ultime
$R_{ULS;m}$	$R_{a;m}$	T_u	T_u	$R_{ELU;m}$	valeur mesurée de la résistance d'un scellement à l'arrachement
$R_{SLS;m}$	$R_{ac;m}$			$R_{ELS;m}$	valeur mesurée de la résistance critique de fluage d'un scellement
$(R_{ULS;m})_{min}$	$(R_{a;m})_{min}$			$(R_{ELU;m})_{min}$	valeur minimale de $R_{ULS;m}$ au cours de plusieurs essais pour chaque condition de sol distincte
$(R_{SLS;m})_{min}$	$(R_{ac;m})_{min}$			$(R_{ELS;m})_{min}$	valeur minimale de $R_{SLS;m}$ au cours de plusieurs essais pour chaque condition de sol distincte

Description de l'essai	Correspondance avec les différents textes							Recom- manda-	
	TA95	NF P 94-282	NF EN 1997-1 2003	EN 1537	NF EN 1997- 1/A1	NF P94-153	Pr EN ISO 22477-5		
Essai à la rupture sur tirants extérieurs à l'ouvrage (1)	Essai préalable	Essai préalable	Essai d'arrache- ment	Essai préalable	Essai préalable	Essai préalable	Essai à la rupture	Investigation test	Essai préalable
	Essai de contrôle de dimensionnement	Essai de conformité							Essai préalable
Essai sur des tirants de l'ouvrage (1)	Essai de contrôle d'exécution	Essai de contrôle	Essai de contrôle	Essai de contrôle	Essai de contrôle	nd	Essai de contrôle	Suitability test	Essai de contrôle
	Essai de réception statistique								
	Essai de réception systématique (=mise en tension)	Essai de réception	nd	Essai de réception	Essai de réception	Essai de réception	nd	Acceptance test	Essai de réception

(1) Par « extérieurs », il faut comprendre non utilisé dans l'ouvrage (et par « tirant de l'ouvrage » un tirant qui participe à l'ouvrage)

(2) dans le cadre de ce document, il est décidé d'appeler « essai de conformité » un essai de contrôle (au sens de NF EN 1997-1/A1 § 8.1.2.12) mené « à la rupture ».

Cet essai de conformité est celui qui est requis par le § 8.6.1 de NF EN 1997-1/A1.

nd : aspect qui n'est pas explicitement abordé dans le texte considéré