

Inserts de levage
des tuyaux
d'assainissement :
procédure de justification

Inserts for lifting or handling
of the concrete sewer pipes :
justification procedure

Inserts de levage des tuyaux d'assainissement : procédure de justification

Inserts for lifting or handling of the concrete sewer pipes : justification procedure

Réf. **164.E**
Avril 2008

par
Pierre **PASSEMAN**
Lionel **MONFRONT**



© CERIB – 28 Épernon

164.E – avril 2008 - ISSN 0249-6224 – EAN 9782857552123

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction
par tous procédés réservés pour tous pays

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

SOMMAIRE

Résumé.....	5
1. Objet.....	7
2. Dimensionnement par le calcul.....	9
2.1. Calcul de la force maximale d'arrachement au cône par la méthode d'Haeussler	9
2.2. Justification de l'insert de levage d'un tuyau d'assainissement.....	11
2.2.1. Vérification de la sécurité au levage vis-à-vis du béton	11
2.2.2. Vérification de la charge de rupture de l'insert.....	11
3. Justification de l'insert par l'essai d'arrachement.....	13
3.1. Mode opératoire de l'essai.....	13
3.2. Exploitation des résultats de l'essai	14
3.3. Contenu du rapport des essais d'arrachement	14
Annexe 1	15
A.1.1. Données techniques à enregistrer pour les essais de compression sur carottage	15
A.1.2. Exemple d'enregistrement des résultats des essais de compression sur carottage.....	16
Annexe 2.....	17
A.2.1. Données techniques à enregistrer pour les essais d'arrachement.....	17
A.2.2. Exemple d'enregistrement des résultats des essais d'arrachement.....	19

Résumé

Ce document présente la procédure de justification des inserts de levage des tuyaux d'assainissement en béton. Cette méthode se base sur un dimensionnement des inserts par le calcul. Celui-ci est complété, le cas échéant, par un essai de type à l'arrachement.

Summary

This document presents the justification procedure concerning the inserts for lifting or handling of concrete sewer pipes. This method is based on the design of inserts by the calculation. The latter will be completed, if necessary, by a pull-out type test.

1. Objet

Le présent document présente la procédure de justification des inserts de levage des tuyaux d'assainissement. Ces inserts de levage sont destinés à assurer la manutention des tuyaux pour leur déchargement et leur pose. Ils ne sont pas destinés au transport des tuyaux.

La procédure consiste à justifier le dimensionnement des inserts par le calcul. Celui-ci est complété, le cas échéant, par un essai de type à l'arrachement.

La justification des inserts doit prendre en compte le délai de mise à disposition des produits.

2. Dimensionnement par le calcul

Le dimensionnement par le calcul des inserts de levage des tuyaux d'assainissement consiste à définir la force maximale d'arrachement admissible pour chaque insert de levage d'un tuyau d'assainissement.

Le dimensionnement par le calcul se base sur la théorie d'Haeussler. Le coefficient de sécurité sur le béton est pris égal à 2,5.

2.1. Calcul de la force maximale d'arrachement au cône par la méthode d'Haeussler

La force d'arrachement admissible F , vis-à-vis de la rupture du cône d'arrachement du béton est déterminée par la formule générale applicable aux éléments plans :

$$F = \left[0,217 \times h_{ef}^2 \times \sqrt{\sin \frac{30T_1}{h_{ef}}} \times \sqrt{\sin \frac{30T_2}{h_{ef}}} \times \sqrt{\sin \frac{30T_3}{h_{ef}}} \times \sqrt{\sin \frac{30T_4}{h_{ef}}} \times f_{ck}^{0,67} \right] \div 2,5$$

Note : h_{ef} et T_1 à T_4 sont en cm, la résistance du béton f_{ck} est en t/cm^2 et la force F en tonne. Cette formule n'est applicable que si l'insert est positionné de telle manière que son cône d'arrachement puisse se développer dans sa totalité, ce qui est généralement le cas pour les tuyaux d'assainissement.

Dans la formule :

- h_{ef} : hauteur d'encastrement de l'insert définie à la figure 1 ;

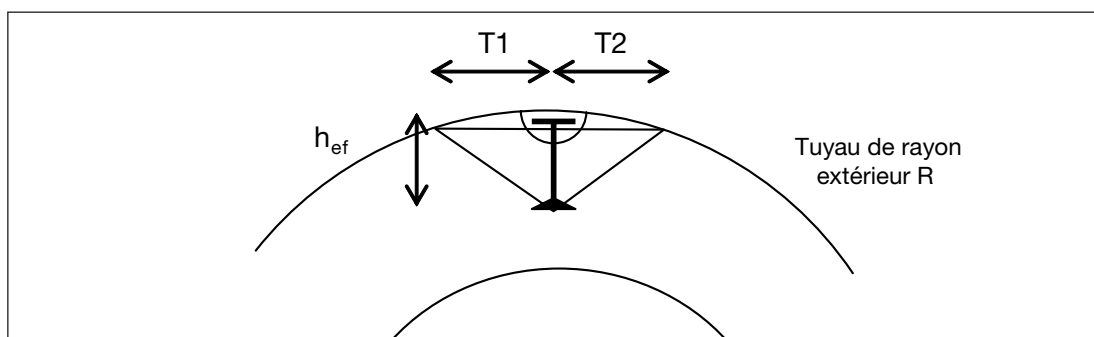


Figure 1
Notations

- $T_1 = T_2$: demi largeur du cône d'arrachement perpendiculairement à la génératrice calculée à partir de la formule ci-dessous ;

$$T_1 = T_2 = \left[R \times \sin \left\{ \left(180 - \frac{180}{\pi} \arcsin \left[\cos \left(\frac{18,4\pi}{180} \right) \frac{R - h_{ef}}{R} \right] - 108,4 \right) \frac{\pi}{180} \right\} \right]$$

- $T_3 = T_4$: demi largeur du cône d'arrachement suivant à la génératrice, ayant pour valeur maximum $3h_{ef}$; ces cotes sont à déterminer en fonction de la position de l'insert par rapport à l'about du tuyau (voir figure 2).

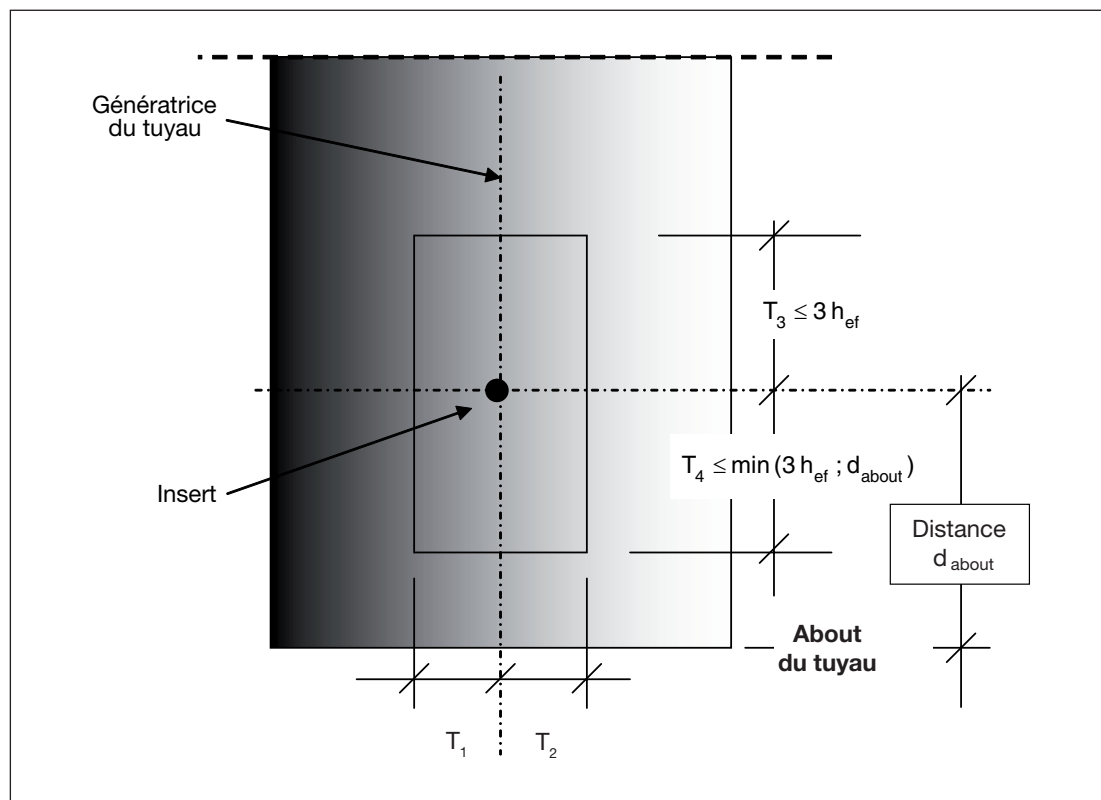


Figure 2
Schéma théorique
du cône
d'arrachement
Vue de dessus

- f_{ck} : valeur de la contrainte caractéristique du béton considérée au moment du levage. Elle est déterminée sur la base d'un carottage (f_{essai}) effectué conformément à la norme NF EN 12390-3 (février 2003) affecté d'un coefficient de correction défini dans l'Annexe H de la norme NF EN 13369 (Règles communes pour les produits préfabriqués en béton) ;

$$f_{ck} = \frac{f_{essai}}{1,20 - 0,20 \left[1 - e^{-1,7(h/d-1)} \right]}$$

avec :

h : hauteur de la carotte telle que $h \leq 0,7 d$;

d : diamètre de la carotte avec $d \geq 50$ mm.

Les résultats des essais de carottage sont enregistrés (un exemple de trame d'enregistrement est fourni en annexe 1). Cette annexe contient également un exemple d'enregistrement.

Le délai de prélèvement du carottage, par rapport à la date de fabrication, doit être inférieur au délai de mise à disposition des produits pour leur levage.

2.2. Justification de l'insert de levage d'un tuyau d'assainissement

La justification d'un insert de levage d'un tuyau d'assainissement consiste à vérifier que :

- la force d'arrachement au cône de l'insert permet le levage du tuyau en toute sécurité ;
- la charge de rupture de l'insert est suffisante.

2.2.1. Vérification de la sécurité au levage vis-à-vis du béton

La force maximale d'arrachement admissible F d'un insert de levage d'un tuyau d'assainissement doit respecter la condition suivante :

$$\frac{F}{\gamma_c} \geq \frac{P.C_e.C_d}{n}$$

Avec :

- F (daN) : force maximale d'arrachement admissible d'un insert ;
- γ_c : coefficient de sécurité sur le béton pris égal à 2,5 ;
- P (daN) : poids total du tuyau sollicitant le système d'ancrage ;
- C_e : coefficient d'élingage (1,16 pour un angle au sommet entre les deux élingues égal à 60°) ;
- C_d : coefficient de majoration dynamique (le coefficient dynamique correspondant à la manutention des tuyaux pour leur déchargement et leur pose est pris égal à 2) ;
- n : nombre d'inserts de levage.

Dans le cas de deux ancrs avec équi-répartition des charges, on doit vérifier que le coefficient de sécurité est supérieur à 2,5 :

$$F/1,16 P \geq 2,5$$

$$\text{soit : } F \geq 2,9.P$$

2.2.2. Vérification de la charge de rupture de l'insert

La charge de rupture minimale garantie par les fournisseurs d'inserts vis-à-vis de l'acier est généralement égale à trois fois la charge admissible C_a .

Si l'on s'impose le fait que pour tester le système à la rupture, il ne doit pas y avoir rupture prématurée de l'acier :

$$3.C_a \geq \frac{\gamma_c.P.C_e.C_d}{n}$$

On vérifie alors que la charge de rupture garantie de la tige d'acier de l'ancre est supérieure à la charge minimale d'arrachement de l'insert.

$$3.C_a \geq 2,9.P$$

3. Justification de l'insert par l'essai d'arrachement

Lorsque la justification par le calcul ne permet pas de justifier le coefficient de sécurité à la rupture du béton de 2,5, la justification par l'essai est autorisée si le coefficient de sécurité calculé est au moins égal à 2 donc si :

$$F / 1,16 P \geq 2$$

Les essais s'effectuent sur des inserts incorporés dans des tuyaux d'assainissement représentatifs.

Est considéré comme représentatif d'un lot de tuyaux, tout tuyau :

- de même diamètre ;
- de même épaisseur ;
- de même composition de béton ;
- fabriqué par le même procédé de fabrication.

Les essais sont réalisés sur au moins trois inserts. Le délai de réalisation des essais d'arrachement, par rapport à la date de fabrication, doit être inférieur au délai de mise à disposition des produits pour leur levage.

3.1. Mode opératoire de l'essai

La force de traction doit être appliquée au moyen d'un vérin actionné de manière continue et sans à-coup.

La force exercée sur l'insert de levage est augmentée progressivement manuellement ou à une vitesse comprise entre 150 kN/min et 250 kN/min jusqu'à ce que la charge de contrôle F soit atteinte.

Le dispositif doit être tel qu'aucune force de réaction ne soit transférée sur le produit en béton dans une zone autour de l'insert dans laquelle l'intégrité du béton pourrait être compromise durant l'essai.

La distance entre les appuis du dispositif à l'insert doit être supérieure à $1,5 h_{ef}$ comme indiqué figure 3.

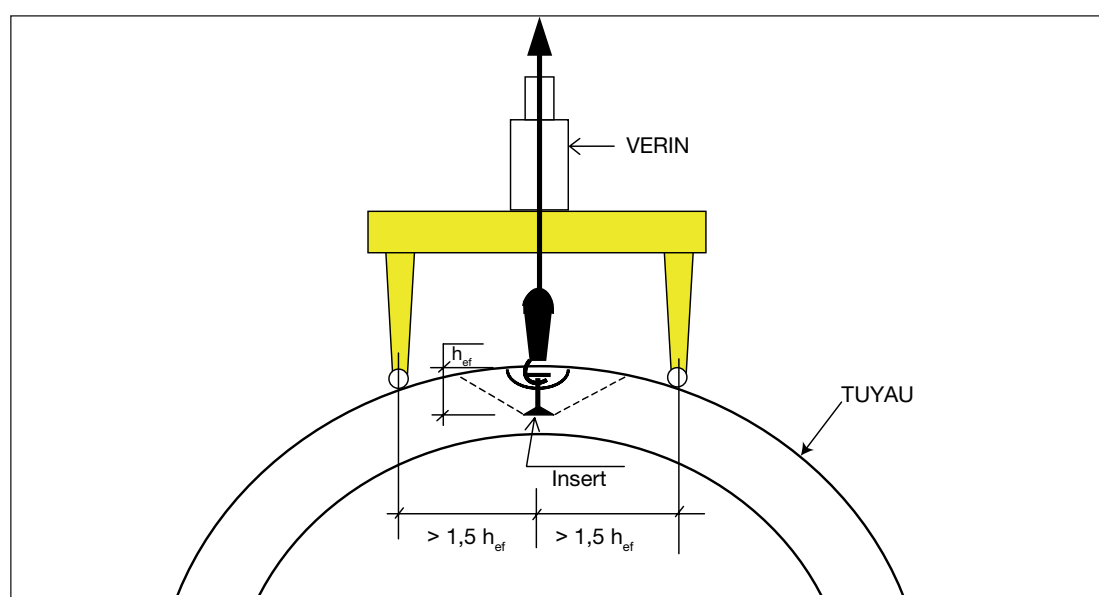


Figure 3
Dispositif type pour
les tuyaux

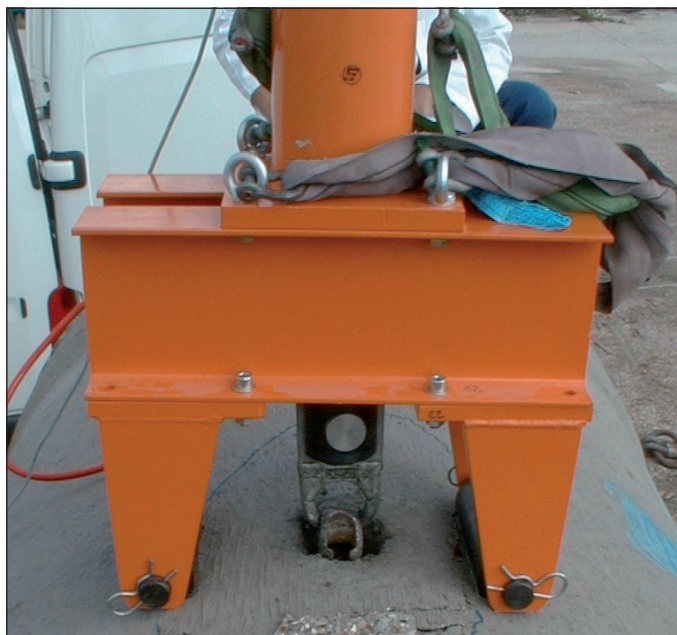


Figure 4
*Photo du dispositif
 du CERIB pour les
 tuyaux et les dalles*

Commentaires : sur ce dispositif, la portée entre appuis est de 310 ou de 460 mm. Le dispositif prend appui sur le tuyau par l'intermédiaire de deux rouleaux comportant un méplat, disposés dans la direction des génératrices.

L'essai consiste à déterminer la force de traction, F_{essai} , conduisant à l'arrachement de l'insert par rupture du cône béton.

3.2. Exploitation des résultats de l'essai

La force d'arrachement par rupture du cône béton, F_{essai} , est la valeur minimale obtenue pour les trois inserts essayés.

$$F_{\text{essai}} = \min (F_{\text{essai } 1}, F_{\text{essai } 2}, F_{\text{essai } 3})$$

La force d'arrachement par rupture du cône béton, F_{essai} , doit garantir un coefficient de sécurité à l'essai d'au moins 2,5 vis-à-vis de la rupture du béton.

On doit vérifier :

$$F_{\text{essai}} / 1,16 P \geq 2,5$$

Si l'essai conduit à une rupture de l'insert proprement dit, le choix du type d'insert doit être reconsidéré.

3.3. Contenu du rapport des essais d'arrachement

Le rapport doit contenir :

- la liste des matériels utilisés (peson et dispositif d'arrachement) précisant la marque, le type, la fiche de vie, la date d'étalonnage et la précision en pourcentage ;
- le détail des essais réalisés ;
- les résultats des essais ;
- le type d'insert, le schéma d'installation, et les modes de rupture constatés.

Un exemple de trame d'enregistrement des données techniques est fournie en annexe 2. Cette annexe contient également un exemple d'enregistrement.

Annexe 1

A.1.1. Données techniques à enregistrer pour les essais de compression sur carottage

■ Détail des essais réalisés

Repère tuyau	Diamètre	Classe	Date de fabrication	Nombre de carottages diamètre 90 mm

■ Résultats des essais de compression réalisés sur carottes

Essais réalisés conformément à la norme NF EN 12390-3 (février 2003) – Résistance à la compression sur éprouvettes.

N° tuyau	N° carottes	Hauteur H (mm)	Diamètre Ø (mm)	Force obtenue F (kN)	Résistance à la compression f (MPa)	Résistance à la compression équivalente sur cylindre f_0 (MPa)*

* Coefficient de correction défini dans l'annexe H de l'EN 13369 – Règles communes pour les produits préfabriqués en béton.

A.1.2. Exemple d'enregistrement des résultats des essais de compression sur carottage

■ Détail des essais réalisés

Repère tuyau	Diamètre	Classe	Date de fabrication	Nombre de carottages diamètre 90 mm
001	1 000	135A	4 mai 2007	2

■ Résultats des essais de compression réalisés sur carottes

Essais réalisés conformément à la norme NF EN 12390-3 (février 2003) – Résistance à la compression sur éprouvettes.

N° tuyau	N° carottes	Hauteur H (mm)	Diamètre Ø (mm)	Force obtenue F (kN)	Résistance à la compression f (MPa)	Résistance à la compression équivalente sur cylindre f_0 (MPa)*
1	1,1	169,6	98,8	368	48,0	47,8
	1,2	167,6	99,0	407	52,9	52,7

* Coefficient de correction défini dans l'annexe H de l'EN 13369 – Règles communes pour les produits préfabriqués en béton.

Annexe 2

A.2.1. Données techniques à enregistrer pour les essais d'arrachement

■ Dispositif d'essai d'arrachement

Joindre un schéma (ou une photo) côté avec l'entraxe des patins.

■ Matériel utilisé

Peson				
Marque	Type	Fiche de vie	Étalonné le	Précision
Dispositif d'arrachement				
Vitesse d'arrachement 2 kN/s $\pm$ 1 kN/s				

■ Détail de l'emplacement de l'ancre à pied dans l'épaisseur du tuyau

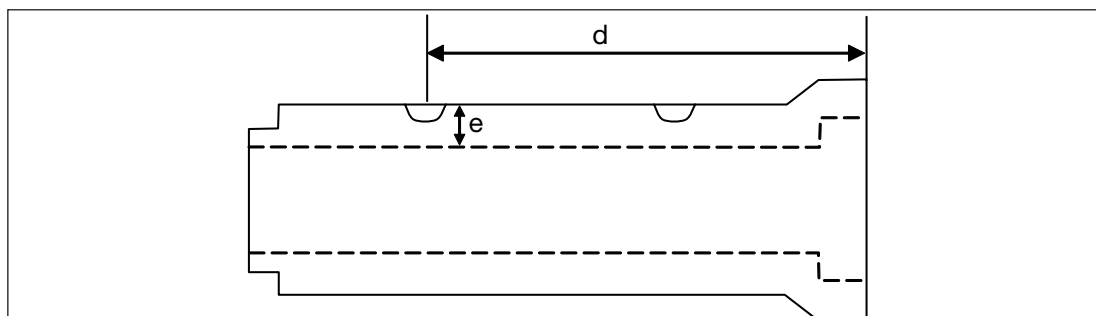
Joindre un schéma côté.

■ Type d'insert

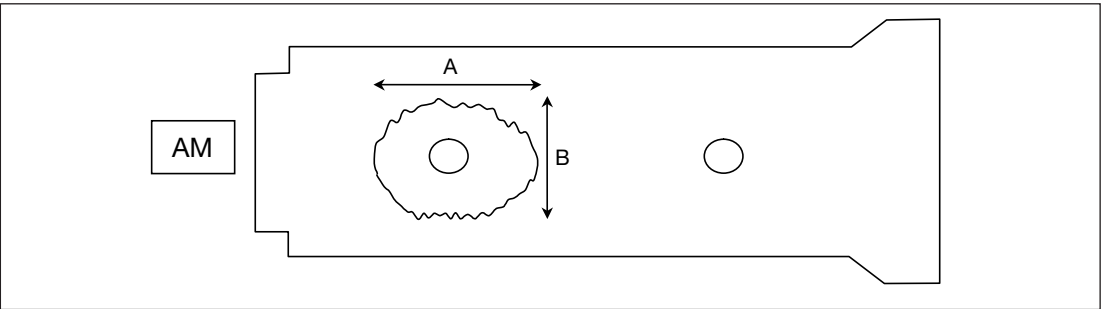
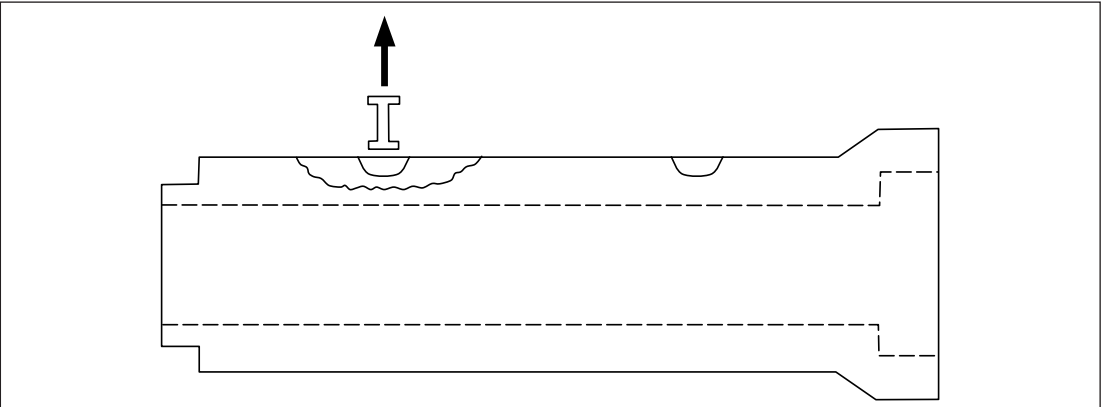
Joindre une fiche technique.

■ Résultats des essais réalisés

Repère insert	1	2	3
Diamètre			
Classe			
Date de fabrication			
Masse du tuyau M (Kg)			
Masse du tuyau (kN) $P' = M/100$			
Longueur (mm)			
Position insert (mm)			
Épaisseur tuyau (mm)			
Force F' Arrachement (kN)			
F/P			



■ Modes de rupture



	A (cm)	B (cm)	Observations
Insert 1			
Insert 2			
Insert 3			

A.2.2. Exemple d'enregistrement des résultats des essais d'arrachement

■ Dispositif d'essai d'arrachement



■ Matériel utilisé

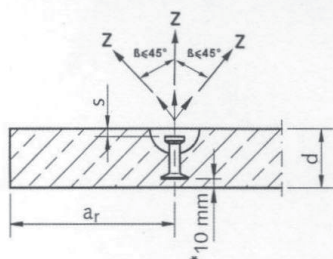
Peson				
Marque	Type	Fiche de vie	Étalonné le	Précision
DYNAFOR	12,5 T n° F 00132	2006/35	16/06/2006	± 0,5 %
Dispositif d'arrachement				
Disprocom / SVH	Cc 3020 n° 1076	2006/50	11/02/2006	± 3 %
Vitesse d'arrachement [2 kN/s ± 1 kN/s]				

■ Type d'insert

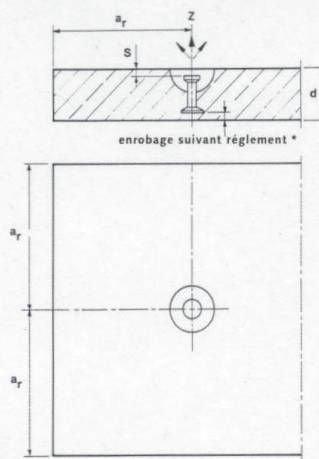
INSERT UTILISÉ : voir la partie encadrée

2 ANCRÉS DE LEVAGE DE TYPE DEHA

2.5 FORCE PORTANTE DES ANCRÉS À PIED DANS LES DALLES



* La cote de 10 mm est un minimum qui doit tenir compte des enrobages préconisés dans le BAEL



Il convient de vérifier les calculs des dalles lors du transport, en fonction de la position des ancrés.

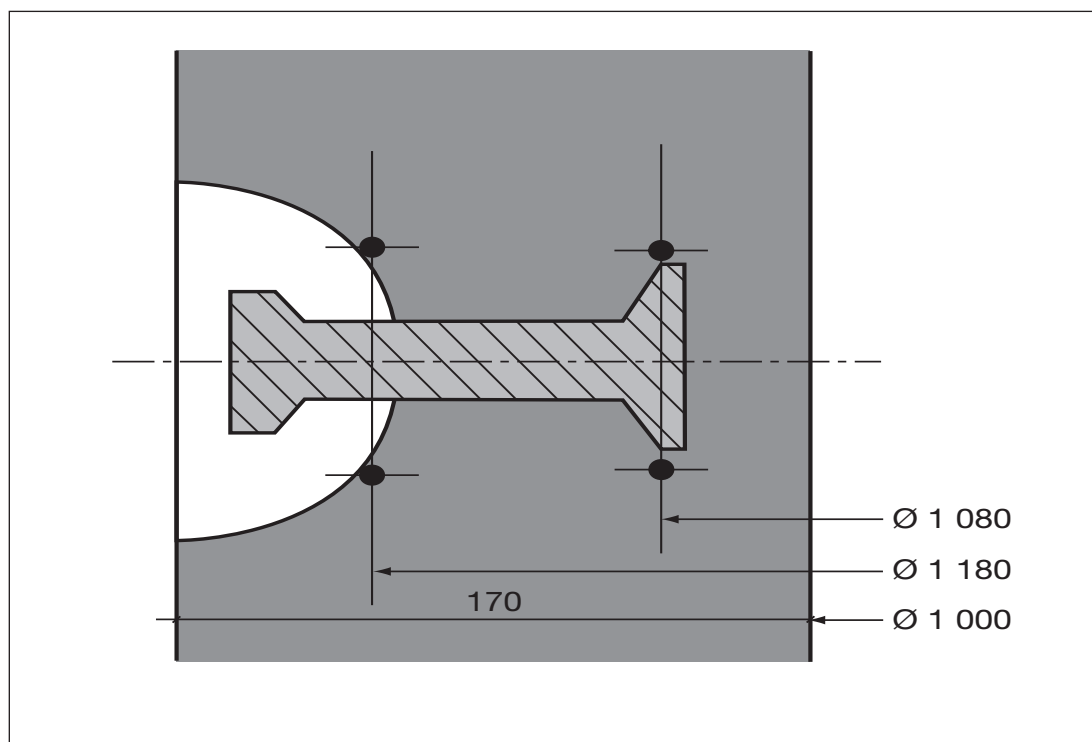
Pour des épaisseurs plus faibles, on peut utiliser des ancrés à semelle.

Aucune armature de base n'est nécessaire, à partir du moment où a_r est appliqué dans deux directions néanmoins, nous vous conseillons la mise en place d'un treillis soudé dans le cas d'un béton de faible résistance.

Référence			Désignation	Catégorie en T.	Force portante Z en T.	S en mm	Épaisseur minimale d mm	Distance au bord a_r mm	Force portante Z en Tonnes	
Acier Brut	EZBI	INOX A4							Résistance à la compression du béton	
									15 MPa	25 MPa
DA1048	DA1149		6000-1,3-0040	1,3	1,3	10	60	≥ 150	0,5	0,8
DA1049	DA1150	DA1227	6000-1,3-0050				70	≥ 180	0,8	1,0
DA1051	DA1152	DA1229	6000-1,3-0065				85	≥ 225	1,3	1,3
DA1052	DA1153	DA1230	6000-1,3-0085				105	≥ 285	1,3	1,3
DA1085	DA1178		6000-2,0-0075	2,5	2,0	11	96	≥ 258	1,7	2,0
DA1086	DA1179	DA1241	6000-2,0-0085				106	≥ 288	2,0	2,0
DA1082	DA1177	DA1239	6000-2,5-0085				106	≥ 288	2,0	2,5
DA1105	DA1193		6000-4,0-0075	5,0	4,0	15	100	≥ 270	1,8	3,2
DA1095	DA1186	DA1242	6000-4,0-0100				125	≥ 345	3,2	4,0
DA1116	DA1205		6000-5,0-0085				110	≥ 300	2,4	3,6
DA1118	DA1207	DA1253	6000-5,0-0095				120	≥ 330	2,9	4,4
DA1107	DA1196	DA1249	6000-5,0-0120	10,0	5,0	15	145	≥ 405	5,0	5,0
DA1121	DA1209		6000-7,5-0100				125	≥ 345	3,2	4,6
DA1125	DA1211	DA1254	6000-7,5-0120				145	≥ 405	5,0	6,7
DA1126	DA1212		6000-7,5-0140				165	≥ 465	6,8	7,5
DA1128	DA1214		6000-7,5-0165	20,0	15,0	15	190	≥ 540	7,5	7,5
DA1130	DA1133		6000-10-0115				140	≥ 390	4,4	6,5
DA1133	DA1136		6000-10-0135				160	≥ 450	6,2	7,7
DA1135	DA1139		6000-10-0150				175	≥ 495	7,0	8,4
DA1137	DA1141		6000-10-0170	32,0	20,0	23	195	≥ 555	8,0	10,0
DA1153	DA1154		6000-15-0140				165	≥ 465	6,8	8,8
DA1155	DA1155		6000-15-0165				190	≥ 540	7,8	11,1
DA1156	DA1156		6000-15-0200				225	≥ 645	11,3	15,0
DA1062	DA1161		6000-20-0200	32,0	20,0	23	225	≥ 645	11,3	15,0
DA1063	DA1163		6000-20-0240				265	≥ 765	14,5	18,0
DA1088	DA1181		6000-32-0200				233	≥ 699	12,7	17,1
DA1089	DA1182		6000-32-0250				283	≥ 819	18,0	21,0
DA1090	DA1183		6000-32-0280				313	≥ 909	22,0	24,0

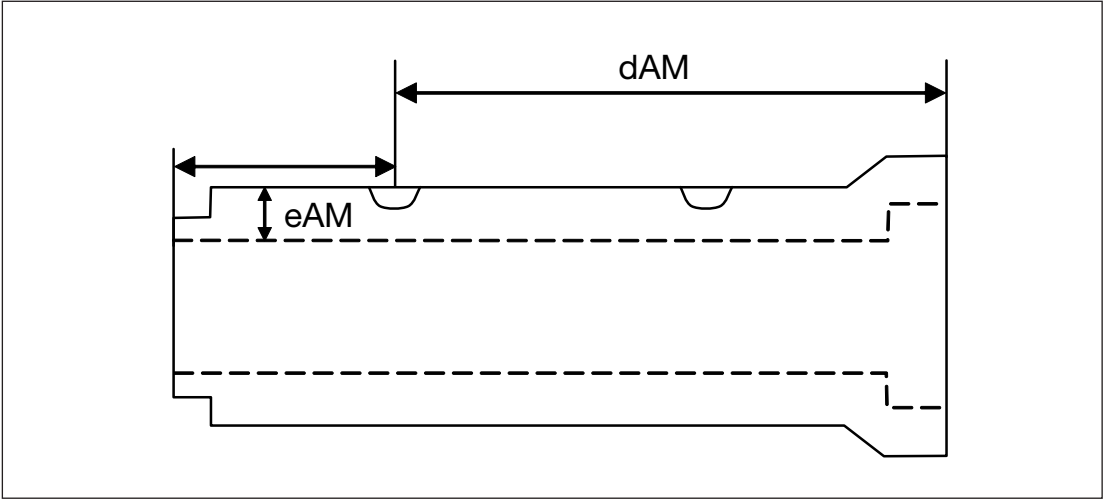
Les charges sont applicables quelle que soit la finition ou la nature du métal (acier, Inox...)

■ Détail de l'emplacement de l'ancre à pied dans l'épaisseur du tuyau

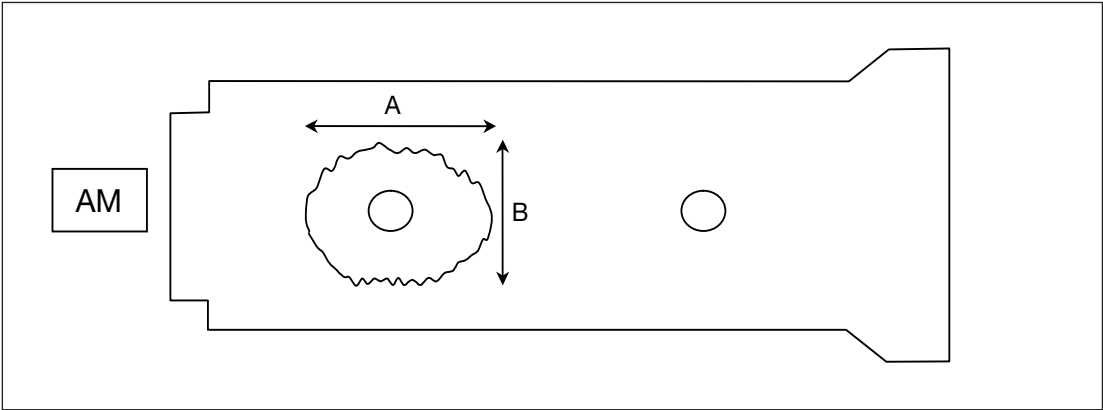
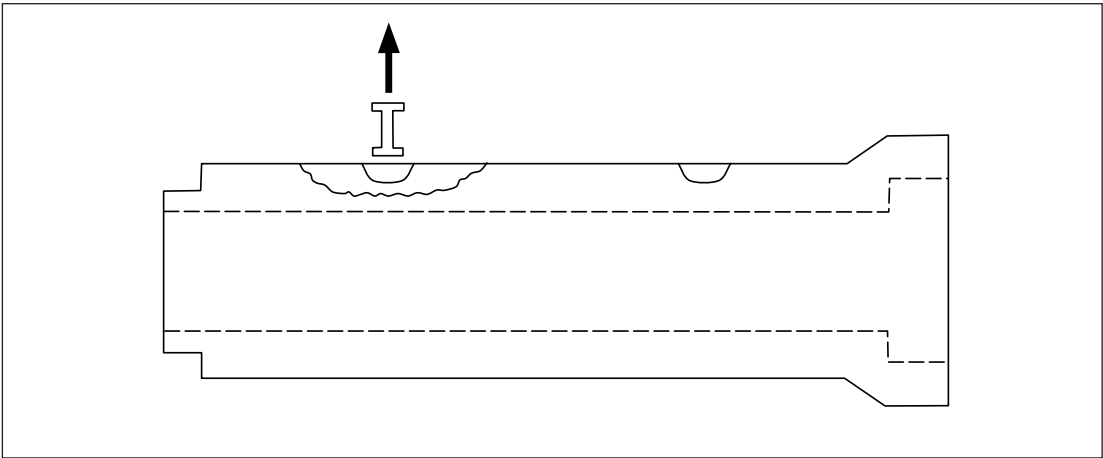


■ Résultats des essais réalisés

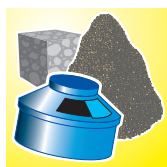
Repère insert	1	2	3
Diamètre	1 000	1 000	1 000
Classe	135 A	135 A	135 A
Date de fabrication	4 mai 2007	4 mai 2007	4 mai 2007
Masse du tuyau M (Kg)	6 320	6 350	6 270
Masse du tuyau (kN) $P = M/100$	63,2	63,5	62,7
Longueur (mm)	2 920	2 917	2 920
Position insert (mm)	dAM = 2 070	dAM = 2 072	dAM = 2 073
Epaisseur tuyau (mm)	eAM = 170	eAM = 172	eAM = 173
Force F Arrachement (kN)	234,4	240,5	223,6
F/P	3,7	3,8	3,6



■ Modes de rupture



	A (cm)	B (cm)	Observations
Insert 1	82	90	L'ancre à pied est extraite du tuyau. Le béton est dégradé sous forme de cône.
Insert 2	90	80	Dito
Insert 3	86	91	Dito



Matériau



**Qualité
Sécurité
Environnement**



Process



**Produits
Systèmes**



**Développement
durable**

www.cerib.com



Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie du Béton
BP 30059 – Épernon Cedex – France • Tél. 02 37 18 48 00 – Fax 02 37 83 67 39
E-mail cerib@cerib.com – www.cerib.com