

DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

Rédigé le : 16/09/2019

*Système d'injection pour
scellement chimique d'armatures
rapportées*

Objet du DTA : **I.N.G. Fixations
EP3**

Rapports sur le produit cités en référence :

ETE-19/0447 ETE-19/0446
--

Fabricant : *I.N.G. Fixations*
BP 168 Z. I. de Chassende
F-43005 Le Puy-en-Velay Cedex
France

Le présent document comporte 15 pages, dont 5 annexes

1.0 Description du produit

Le système d'injection EP3 est destiné à être mis en œuvre pour le raccordement, par ancrage ou recouvrement de joints, d'armatures rapportées (fers à béton) dans des structures existantes en béton standard. La conception de ces raccords s'effectue conformément aux réglementations sur les structures en béton armé.

Des barres d'armature en acier de diamètre (d) compris entre 8 et 32 mm et la résine EP3 sont utilisées pour le scellement d'armatures rapportées. L'élément en acier est placé dans un trou foré préalablement rempli de résine d'injection, et dans lequel il est ancré par le jeu de l'adhérence entre l'élément encastré, la résine injectée et le béton.

La résine EP3 est disponible en cartouches de différentes contenances : 300, 385, 585 ml comme décrit dans l'ETE-19/0447 et l'ETE-19/0446.

2.0 Détermination des performances

Les performances des ancrages indiquées dans le présent rapport ont été déterminées sur la base de plusieurs rapports existants établissant la conformité aux DÉE 330087-00-0601 et 330499-00-0601 adoptés par l'EOTA.

La valeur de calcul de la contrainte ultime d'adhérence (f_{bd}) des scellements de barres d'armature rapportées est évaluée selon le DÉE 330087-00-0601 de l'EOTA et publiée dans l'ETE-19/0446.

Les données supplémentaires relatives aux effets de sollicitations en traction sous action sismique sont évaluées sur la base des résultats des essais de traction sous charge sismique réalisés selon l'ICC-ES AC308 Tableau 3.2, série 17, à l'aide de barres d'armature de grade 60 selon la norme ASTM A 615.

Il est de la responsabilité du concepteur de vérifier que ces informations sont pertinentes pour la conception de la structure en béton armé conformément à la norme EN 1992-1-1:2004. Les barres d'armature de grade 60 selon la norme ASTM A 615 peuvent avoir un comportement différent en termes de ductilité et d'autres propriétés mécaniques de celui des barres d'armature conformes à la norme DIN 488 BSt 500.

Les essais de traction sous charge sismique conformément à l'ICC-ES AC308 Tableau 3.2 série 17 sont réputés répondre aux exigences du rapport technique TR045 de l'EOTA : Conception d'ancrages métalliques pour béton sous charge sismique.

Il est de la responsabilité du concepteur de s'assurer que ces informations sont suffisantes et pertinentes pour la conception de structures en béton armé selon la norme EN 1992-1-1:2004.

3.0 Conception des ancrages

3.1 Généralités :

La position réelle du ferrailage dans le composant d'ouvrage existant doit être déterminée sur la base des plans d'exécution de la construction et prise en compte lors de la conception.

Le transfert des efforts internes dans le joint doit être vérifié selon l'EN 1992-1-1 quand un nouveau composant d'ouvrage est rapporté. La transmission des efforts de cisaillement entre béton neuf et béton ancien doit être calculée selon l'EN 1992-1-1. L'interface de reprise de bétonnage doit être rendue rugueuse au moins jusqu'à ce que les agrégats soient saillants.

Le calcul de l'ancrage des armatures et la détermination des efforts internes à transférer dans le joint de construction doivent être réalisés selon l'EN 1992-1-1.

La vérification de la transmission locale immédiate des charges au béton a été fournie.

La vérification de la transmission des charges à ancrer dans le composant d'ouvrage doit être fournie.

L'espacement entre les barres d'armature rapportées doit être supérieur ou égal à la valeur la plus élevée entre $4d_s$ et 40 mm.

3.2 Détermination de la profondeur d'ancrage

3.2.1 Généralités

La longueur d'ancrage de calcul (l_{bd}) doit être déterminée selon l'EN 1992-1-1 point 8.4.3.

Les profondeurs d'ancrage et les longueurs de recouvrement ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales ni supérieures aux

valeurs maximales indiquées dans le présent document.

3.2.2 Détermination de la longueur d'ancrage de référence

La longueur d'ancrage de référence nécessaire pour ancrer l'effort $A_s \cdot f_{yd}$ dans la barre d'armature dans l'hypothèse d'une contrainte d'adhérence constante égale à f_{bd} est égale à :

$$l_{b,rqd} = \left(\frac{\emptyset}{4}\right) * \left(\frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}\right)$$

où :

\emptyset = diamètre de la barre d'armature
 σ_{sd} = contrainte de calcul de la barre d'armature sous la charge de calcul
 f_{bd} = valeur de calcul de la contrainte d'adhérence selon le présent document.

f_{bd} lorsque les conditions d'adhérence sont bonnes telles que définies dans l'EN 1992-1-1. Pour toutes les autres conditions, il faut multiplier la valeur de f_{bd} par 0,7.

3.2.3 Calcul de la longueur d'ancrage minimale $l_{b,min}$

3.2.3.1 Ancrage direct

Dans le cas des ancrages directs, la longueur d'ancrage minimale ($l_{b,min}$) de l'armature doit être déterminée comme suit :

Pour les ancrages sollicités en traction :

$$l_{b,min} = \max(0,3 l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100mm)$$

Pour les ancrages sollicités en compression :

$$l_{b,min} = \max(0,6 l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100mm)$$

3.2.3.2 Jonction à recouvrement

Dans le cas de jonctions à recouvrement, la longueur minimale d'ancrage $l_{0,min}$ doit être déterminée comme suit :

$$l_{0,min} = \max(0,3 * \alpha_6 * l_{b,rqd}; 15\emptyset; 200mm)$$

où

$$\alpha_6 = (\rho_1/25)^{0,5} \leq 1,5$$

ρ_1 est la proportion de recouvrements dont l'axe se situe à moins de $0,65 l_0$ de l'axe du recouvrement considéré.

3.2.4 Détermination de la longueur d'ancrage de calcul l_{bd}

3.2.4.1 Ancrage direct

Dans le cas des ancrages directs, la longueur d'ancrage de calcul (l_{bd}) doit être déterminée comme suit :

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

où α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , et α_5 sont déterminés selon l'EN 1992-1-1 Tableaux 8.2 et 8.3.

3.2.4.2 Jonction à recouvrement

Dans le cas des jonctions à recouvrement, la longueur de recouvrement de calcul (l_0) doit être déterminée comme suit :

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

où α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , α_5 et α_6 sont déterminés selon l'EN 1992-1-1 Tableaux 8.2 et 8.3.

- α_1 Influence de la forme de la barre. $\alpha_1 = 1,0$ pour les barres droites.
- α_2 Influence de l'enrobage. $0,7 \leq \alpha_2 \leq 1,0$ calculé selon l'EN 1992-1-1 Tableau 8.2.
- α_3 Influence du confinement par des armatures transversales non soudées aux armatures principales. $\alpha_3 = 1,0$ car pas d'armatures transversales.
- α_4 Influence du confinement par des armatures transversales soudées. $\alpha_4 = 1$ car pas d'armatures transversales.
- α_5 Influence du confinement par compression transversale. $0,7 \leq \alpha_5 \leq 1,0$.
- α_6 Influence de la longueur de recouvrement. $1,0 \leq \alpha_6 \leq 1,0$.

3.2.4.3 Armatures transversales

Les armatures transversales nécessaires au droit du raccordement des armatures doivent satisfaire aux exigences de l'EN 1992-1-1, point 8.7.4.

3.2.4.4 Surfaces de contact

Dans le cas où l'ancrage est réalisé dans un béton existant dont la surface est carbonatée, cette surface doit être décapée au niveau de la zone recevant l'armature rapportée (diamètre $d_s + 60$ mm) avant introduction de la nouvelle barre d'armature.

Cette remarque ne s'applique pas si le béton n'est pas carbonaté.

3.2.4.5 Dispositions supplémentaires

Le présent document indique l'enrobage minimum requis pour les barres d'armature rapportées en fonction de la méthode de perçage.

L'enrobage minimum doit respecter les exigences de l'EN 1992-1-1 point 4.4.1.2.

4.0 Installation

L'aptitude à l'emploi du système d'ancrage ne peut être assurée que si la barre d'armature est installée comme suit :

- L'installation des armatures rapportées doit se faire conformément aux instructions de pose publiées par le fabricant (MPII), comme indiqué dans le présent document ainsi que dans l'ETE-19/0446 et l'ETE-19/0447.
- L'installation des armatures rapportées doit être effectuée par un monteur formé et sous surveillance sur le chantier.
- Le système doit être utilisé rigoureusement comme décrit dans le présent rapport ainsi que dans l'ETE-19/0446 et l'ETE-19/0447. Les composants ne doivent être ni échangés ni modifiés.
- Il convient de vérifier que la classe de résistance du béton dans lequel doit s'ancrer le système se situe dans la plage indiquée.
- La surface de contact entre la reprise de bétonnage et le béton existant doit être préparée en fonction de l'utilisation prévue conformément à l'EN 1992-1-1.
- Il convient de s'assurer du parfait compactage du béton (absence d'inclusions d'air notables).
- Il convient de maintenir la profondeur d'ancrage spécifiée dans les plans.

- L'enrobage et les espacements entre armatures doivent être maintenus dans les limites spécifiées par les plans.

- Le perçage, le nettoyage du trou et l'installation doivent être réalisés exclusivement avec les outils spécifiés dans l'ETE-19/0446, l'ETE-19/0447 et dans le présent document. Ces outils doivent être disponibles sur le chantier et ne doivent être ni échangés ni modifiés.

- Les trous de forage doivent être réalisés sans endommager l'armature du béton.

- En cas de forage abandonné, le trou doit être rempli avec du mortier.

- Les armatures rapportées ne doivent pas être installées dans des trous inondés.

- Il convient d'appliquer une marque de profondeur d'ancrage pour assurer que la barre d'armature est installée à la bonne profondeur d'ancrage.

5.0 Références

Les informations contenues dans le présent document s'appuient sur les résultats d'essais indépendants selon :

- EOTA DÉE 330499-00-0601 : Chevilles chimiques pour utilisation dans du béton
- EOTA DÉE 330087-00-0601 : Systèmes d'ancrages à barres nervurées avec mortier

Les informations recueillies à l'issue de ces essais ont été publiées dans les rapports suivants :

- ETE-19/0446
- ETE-19/0447

Annexe A : DESCRIPTION DU PRODUIT

A1 Description

Le système d'ancrage à scellement chimique EP3 se compose des éléments suivants :

- Résine d'injection conditionnée en cartouches de différentes contenances (rapport de mélange 3:1).
- Embouts mélangeurs statiques disponibles en trois modèles.
- Une source d'air comprimé sec et propre avec embout de soufflage.
- Écouvillons acier de différentes tailles.
- Pistolets applicateurs adaptés aux différentes cartouches.
- Tubes-rallonges, deux diamètres.
- Embouts d'injection de différentes tailles.
- Barres d'armature selon EN 1992-1-1 Annexe C classes B et C de diamètre (d_s) compris entre 8 mm et 32 mm.

A2 Résine d'injection

Le système d'ancrage à scellement chimique EP3 est disponible dans les configurations de cartouche suivantes :

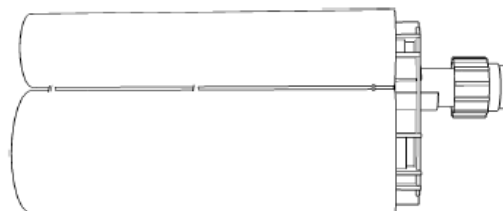
Cartouches parallèles

S-CN/385-3/EX3

385 ml

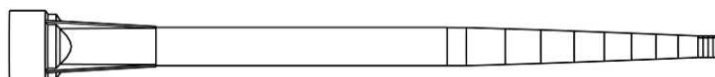
S-CN/585-3/EX3

585 ml

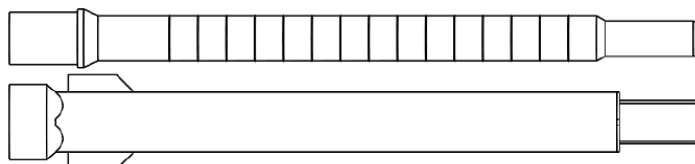


A3 Embouts mélangeurs statiques

Embout Q



Embout QH



Embout mélangeur EZ-Flow



A4 Écouvillons

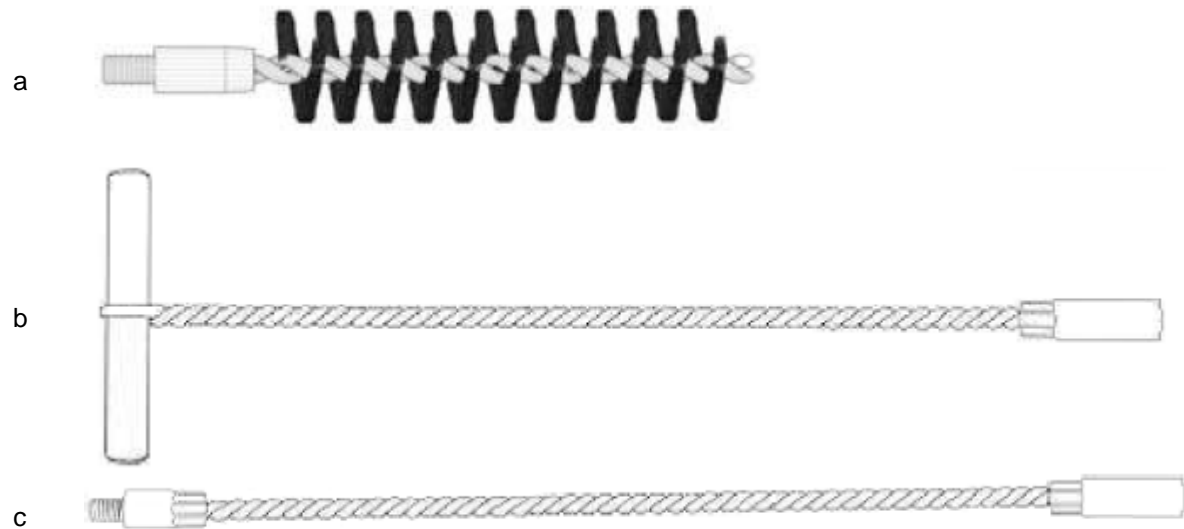
Tableau A.1 : Diamètres d'écouvillon

Dimension de la barre d'armature	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Diamètre de perçage mm	12	14	16	18	20	25	32	35	40
Diamètre d'écouvillon	S12HF S13HF	S14HF S15HF	S18HF	S22HF		S27HF	S35HF	S38HF	S43HF
Longueur de tête d'écouvillon mm	75								

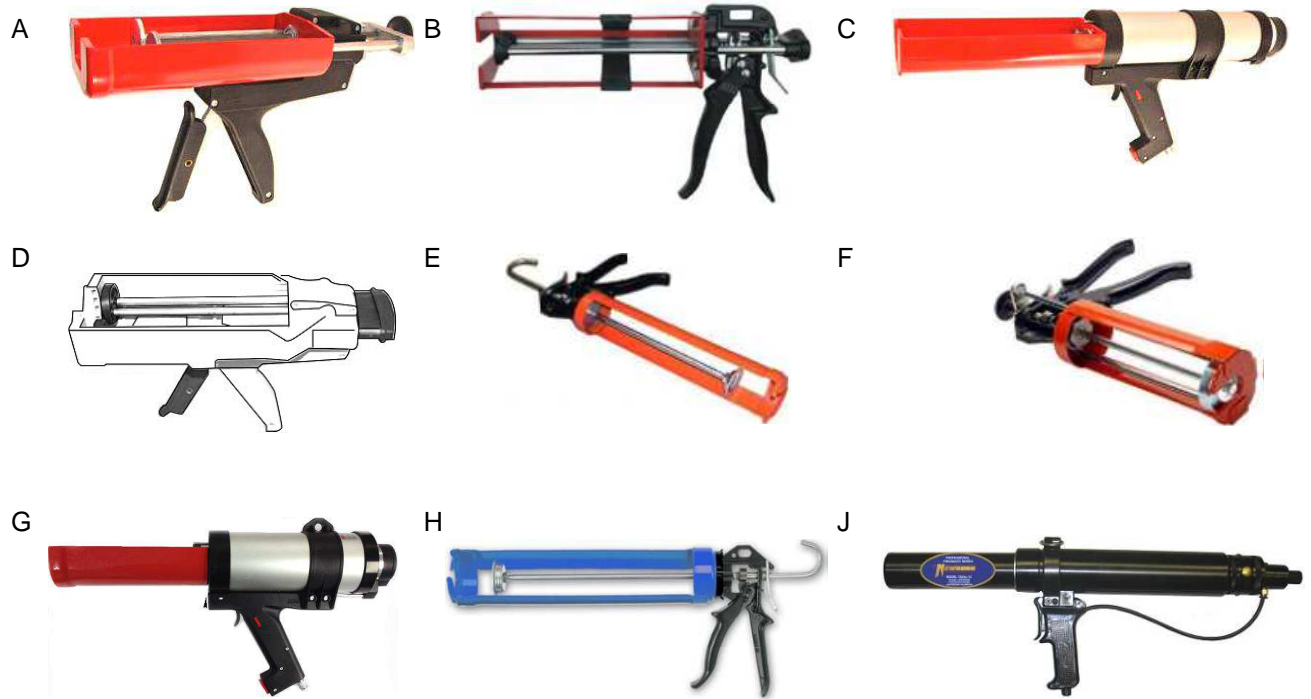
Les écouvillons font partie d'un système extensible adaptable aux différentes profondeurs de perçage.

Tableau A.2 : Longueurs d'écouvillon

Profondeur de perçage maxi	Configuration de l'écouvillon	Composants
375 mm	Tête d'écouvillon + poignée	$a + b$
675 mm	Tête d'écouvillon + rallonge + poignée	$a + c + b$
975 mm	Tête d'écouvillon + 2 rallonges + poignée	$a + c + c + b$



A5 Pistolets applicateurs



Pistolet applicateur	A	B	C	D	E	F
Cartouche	Parallèles S-CN/385	Parallèles S-CN/385	Parallèles S-CN/385	Parallèles S-CN/585	Cartouche souple CIC/300	Cartouche souple CIC/400-425
Pistolet applicateur	G	H	J	K	L	
Cartouche	Cartouche souple CIC/400-425	Cartouche souple CIC/850-875	Cartouche souple CIC/850-875			

A6 Embouts d'injection



A7 Tubes-rallonges



Tube-rallonge de 6 mm



Tube-rallonge de 9 mm

Tableau A.3 : Tubes-rallonges pour trous profonds

Dimension de la barre d'armature		Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Diamètre du perçage	mm	12	14	16	18	20	25	32	35	40
Tube-rallonge	mm	6			9					
Embout d'injection	mm	-				18	22	30		36

A8 Barres d'armature



Valeur minimale de la surface projetée des verrous $f_{R,min}$ selon l'EN 1992-1-1:2004.

Le diamètre extérieur maximum de la barre d'armature, nervures incluses, doit être :

Diamètre nominal de la nervure $d + 2 * h$ ($h \leq 0,07 * d$)

(d = diamètre nominal de la barre ; h = hauteur de nervure de la barre)

Tableau A.4 : Matériaux

Forme du produit		Barres et tiges déroulées	
Classe		B	C
Limite caractéristique d'élasticité f_{yk} ou $f_{0,2k}$ (MPa)		400 à 600	
Valeur minimale de $k = (f_t / f_y)_k$		$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$
Valeur caractéristique de la déformation relative sous charge maximale ϵ_{uk} (%)		$\geq 5,0$	$\geq 7,5$
Aptitude au pliage		Essai de pliage / dépliage	
Tolérance maximale par rapport à la masse nominale (barre individuelle) (%)	Dimension nominale de la barre (mm)		
	≤ 8 > 8	$\pm 6,0$ $\pm 4,5$	
Adhérence : surface projetée minimale des nervures, $f_{R,min}$	Dimension nominale de la barre (mm)		
	8 à 12 > 12	0,040 0,056	

Annexe B : USAGE PRÉVU

B1 Ancrages soumis à :

- Charge statique et quasi statique

B2 Matériaux supports

- Béton de masse volumique normale armé ou non selon EN 206-1:2000-12.
- Classe de résistance C12/15 à C50/60 selon EN 206-1:2000-12.
- Teneur en chlorures maximum de 0,40 % (Cl 0,40) en pourcentage de la masse de ciment selon EN 206-1:2000-12.
- Béton non carbonaté.
N.B. : Si la surface du béton existant est carbonatée, il faut retirer la couche carbonatée au droit du raccordement de l'armature rapportée (diamètre $d_s + 60$ mm) avant mise en place de la nouvelle armature en veillant à respecter l'épaisseur d'enrobage minimum selon EN 1992-1-1:2004.
On pourra négliger les points qui précèdent si les composants d'ouvrage sont neufs et non carbonatés.

B3 Plage de températures

- -40 °C à +80 °C (température maximum sur une courte durée : +80 °C et température maximum sur une longue durée : +40 °C).

B4 Conditions d'utilisation (conditions environnementales)

- Les barres d'armature peuvent être installées dans un béton sec ou humide (saturé d'eau).

B5 Conception

- Les ancrages doivent être conçus par un ingénieur expérimenté dans les ancrages et les ouvrages en béton.
- Des notes de calculs et des plans vérifiables doivent être élaborés en tenant compte des efforts à transmettre.
- Conception conforme à EN 1992-1-1:2004.
- La position de l'armature dans la structure existante devra être déterminée à partir de la documentation de construction et prise en compte dans la conception.

B6 Installation

- Béton sec ou humide (saturé d'eau).
- Ne pas installer dans des trous inondés.
- Perçage des trous au marteau perforateur ou au perforateur pneumatique.
- La pose des armatures rapportées devra impérativement être effectuée par un installateur formé et sous surveillance sur le chantier.
- On vérifiera la position des armatures existantes.

Annexe C : INSTALLATION DES SCELLEMENTS DE BARRES D'ARMATURE RAPPORTÉES

C1 Temps de travail et temps de mise en charge

Tableau C.1 : Temps de travail et temps de mise en charge

Température du béton* (°C)	Temps de travail (minutes)	Temps de mise en charge (heures)
+5 à +10	20	24
+10 à +15		12
+15 à +20	15	8
+20 à +25	11	7
+25 à +30	8	6
+30 à +35	6	5
+35 à +40	4	4
+40	3	3

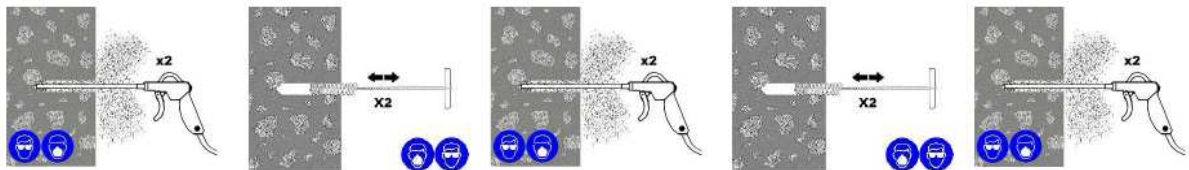
*La cartouche doit être à une température minimale de +5°C

Le temps de travail est mesuré à la température la plus élevée de la plage de température.

Le temps de mise en charge est mesuré à la température la plus basse de la plage de température.

C2 Nettoyage du trou

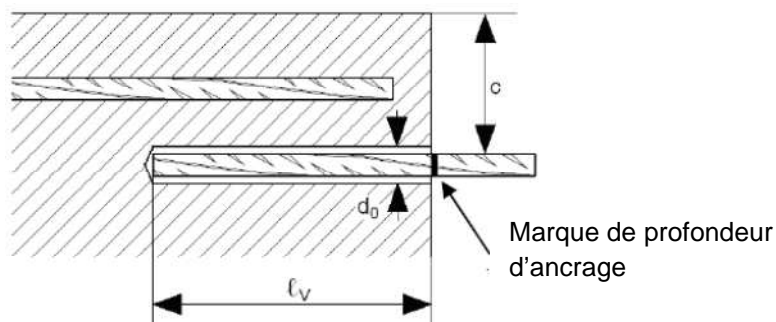
Le trou doit être exempt de poussière, débris, eau, glace, huile, graisse et autres contaminants avant injection de la résine.



1. Nettoyer le trou en soufflant de l'air comprimé exempt d'huile (minimum 6 bar) au fond du trou.
2. Brosser le trou à deux reprises avec l'écouvillon adapté à la taille du trou (voir indications en Annexe A au présent document). La paroi du trou doit opposer une résistance naturelle au passage de l'écouvillon.
3. Répéter les opérations 1 et 2.
4. Répéter l'opération 1.

C3 Injection de résine

Si de l'eau s'infiltré dans le trou après le premier nettoyage, il faut l'éliminer avant d'injecter la résine.



Avant utilisation, s'assurer que la barre est sèche et exempte d'huile ou autres résidus.

Marquer la profondeur d'ancrage l_v sur la barre (par exemple avec du scotch).

Insérer la barre dans le trou pour vérifier qu'il est bien dégagé et en contrôler la profondeur.

1. Vérifier la date de péremption. Voir la date imprimée sur la cartouche. Ne pas utiliser de produit périmé.
2. Vérifier que la cartouche est à une température comprise entre +5 °C et +40 °C.
3. Vérifier que la température du matériau support est comprise entre +5 °C et +40 °C.
4. Pour le transport et l'entreposage, veiller à ce que le produit soit conservé dans un endroit frais, sec et à l'abri de la lumière, à une température comprise entre +5 °C et +20 °C.
5. Choisir l'embout mélangeur statique adapté dans la liste de l'Annexe A au présent document. Ouvrir la cartouche et y visser l'embout mélangeur statique.
6. Placer la cartouche dans le pistolet applicateur indiqué à l'Annexe A au présent document et extruder le début de la cartouche jusqu'à obtenir une couleur homogène sans rayures.
7. Si nécessaire, raccorder un tube-rallonge et l'embout d'injection à l'embout mélangeur statique.
8. Introduire l'embout mélangeur (embout d'injection / rallonge le cas échéant) jusqu'au fond du trou. Commencer à extruder la résine puis retirer lentement l'embout mélangeur du trou en évitant la formation d'inclusions d'air. Remplir le trou environ à la moitié ou aux trois quarts de la profondeur puis retirer complètement l'embout mélangeur.

C4 Mise en place de la barre d'armature

9. Insérer la barre d'armature jusqu'au fond du trou en la faisant tourner dans un sens et dans l'autre pour garantir un enrobage uniforme de la barre. Ajuster le positionnement de la barre pendant le temps de travail indiqué au Tableau C.1 du présent document.
10. L'excès de résine doit ressortir uniformément autour de la barre, ce qui indique que le trou est rempli. Éliminer l'excès de résine autour du trou avant que la résine ne durcisse.
11. Laisser l'ancrage prendre. Ne pas solliciter l'ancrage avant expiration de l'intégralité du temps de mise en charge indiqué au Tableau C.1 du présent rapport en fonction de la température du substrat.

Annexe D : DONNÉES DE CALCUL POUR LE SCÈLEMENT DE BARRES D'ARMATURE RAPPORTÉES

Tableau D.1 : Enrobage minimum de la barre rapportée en fonction de la méthode de perçage

Méthode de perçage	Sans aide au perçage
Marteau perforateur ou carotteuse diamant	$30 \text{ mm} + 0,06 l_v \geq 2 d_s$
Perforateur pneumatique	$50 \text{ mm} + 0,08 l_v$

Tableau D.2 : Longueur d'ancrage¹ et longueur de recouvrement minimums dans du béton C20/25 et longueur d'ancrage maximum (l_{max}) pour de bonnes conditions d'adhérence

Barre d'armature		$l_{b,min}$ (mm)	$l_{0,min}$ (mm)	l_{max} (mm)
$\varnothing d_s$ (mm)	$f_{y,k}$ (N/mm ²)			
8	500	170	300	400
10	500	212	300	500
12	500	255	300	600
14	500	298	315	700
16	500	340	360	800
20	500	425	450	1000
25	500	532	563	1000
28	500	595	630	1000
32	500	681	720	1000

¹Selon l'EN 1992-1-1 : $l_{b,min}$ (8.6) et $l_{0,min}$ (8.11) dans de bonnes conditions d'adhérence avec $\alpha_6 = 1,0$, limite caractéristique d'élasticité maximum $\sigma_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$ pour barre B500-B, $\gamma_M = 1,15$ et longueur d'ancrage maximum.

Tableau D.3 : Diamètre de perçage et profondeur d'ancrage maximale

Diamètre de barre d'armature d_{nom}^1 (mm)	Diamètre nominal de perçage d_{cut} (mm)	Profondeur d'ancrage maximale l_v (mm)
8	12	400
10	14	500
12	16	600
14	18	700
16	20	800
20	25	1000
25	32	1000
28	35	1000
32	40	1000

¹ Le diamètre extérieur maximum de la barre, nervures comprises, doit être : Diamètre nominal de la barre $d_{nom} + 0,20 d_{nom}$

Tableau D.4 : Valeurs de calcul de la contrainte ultime d'adhérence (f_{bd}^1) en N/mm² en cas de perçage au marteau perforateur et dans de bonnes conditions d'adhérence

Taille d_s (mm)	Classe de résistance du béton								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
10									
12									
14									
16									
20									
25									
28									
32								3,7	

¹ Les valeurs f_{bd} données dans le tableau sont valables lorsque les conditions d'adhérence sont bonnes telles que définies dans l'EN 1992-1-1. Pour toutes les autres conditions, il faut multiplier la valeur de f_{bd} par 0,7.

Tableau D.5 : Valeurs de calcul de la contrainte ultime d'adhérence (f_{bd}^1) en N/mm² en cas de perçage au marteau perforateur et dans de bonnes conditions d'adhérence sous action sismique (C1)

Taille d_s (mm)	Classe de résistance du béton								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
10									
12									
14									
16									
20									
25									
28									
32								3,7	

¹ Les valeurs f_{bd} données dans le tableau sont valables lorsque les conditions d'adhérence sont bonnes telles que définies dans l'EN 1992-1-1. Pour toutes les autres conditions, il faut multiplier la valeur de f_{bd} par 0,7.

Les essais de traction sous charge sismique réalisés selon l'ICC-ES AC308 Tableau 3.2, série 17 à l'aide de barres d'armature de grade 60 selon la norme ASTM A 615 indiquent que le facteur de réduction pour la traction sous charge sismique ($\alpha_{N,seis}$) est égal à 1,0. Il est donc démontré que les barres d'armature installées à l'aide du système EP3 ne sont pas sensibles aux actions sismiques pour la catégorie de performances C1.

Tableau D.6 : Valeurs de calcul de la contrainte ultime d'adhérence (f_{bd}^1) en N/mm² pour les méthodes de perçage par carottage au diamant et dans de bonnes conditions d'adhérence

Taille d_s (mm)	Classe de résistance du béton								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
10									
12									
14									
16									
20									
25									
28									
32							3,4		

¹ Les valeurs f_{bd} données dans le tableau sont valables lorsque les conditions d'adhérence sont bonnes telles que définies dans l'EN 1992-1-1. Pour toutes les autres conditions, il faut multiplier la valeur de f_{bd} par 0,7.

Table D.7 : Valeurs de calcul de la contrainte ultime d'adhérence (f_{bd}^1) en N/mm² pour les méthodes de perçage par carottage au diamant et dans de bonnes conditions d'adhérence sous action sismique (C1)

Taille d_s (mm)	Classe de résistance du béton								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
10									
12									
14									
16									
20									
25									
28									
32							3,4		

¹ Les valeurs f_{bd} données dans le tableau sont valables lorsque les conditions d'adhérence sont bonnes telles que définies dans l'EN 1992-1-1. Pour toutes les autres conditions, il faut multiplier la valeur de f_{bd} par 0,7.

Les essais de traction sous charge sismique réalisés selon l'ICC-ES AC308 Tableau 3.2, série 17 à l'aide de barres d'armature de grade 60 selon la norme ASTM A 615 indiquent que le facteur de réduction pour la traction sous charge sismique ($\alpha_{N,seis}$) est égal à 1,0. Il est donc démontré que les barres d'armature installées à l'aide du système EP3 ne sont pas sensibles aux actions sismiques pour la catégorie de performances C1.

Annexe E : Valeurs précalculées

Tableau E.1 : Valeurs précalculées pour recouvrement de joints avec le système d'injection EX3
Exemples pour C20/25 ($f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$), bonnes conditions d'adhérence, barres d'armature
($f_{y,k} = 500 \text{ N/mm}^2$)

Ø barre d'armature (mm)	$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_5 = \alpha_6 = 1,0$			$\alpha_2 \text{ ou } \alpha_5 = 0,7$ $\alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_6 = 1,0$		
	Longueur de recouvrement, l_0 (mm)	Charge de traction (kN)	Volume de résine, V (ml)	Longueur de recouvrement, l_0 (mm)	Charge de traction (kN)	Volume de résine, V (ml)
8	300	17,3	23	300	24,8	23
	330	19,1	25	320	26,4	25
	350	20,2	27			
	378	21,9	29			
10	300	21,7	28	300	31,0	28
	380	27,5	35	331	34,2	30
	420	30,3	38			
	473	34,2	43			
12	300	26,0	32	300	37,2	32
	430	37,3	46	340	42,1	36
	500	43,4	53	370	45,8	40
	567	49,2	60	397	49,2	42
14	315	31,9	38	315	45,5	38
	480	48,6	58	380	54,9	46
	570	57,7	69	420	60,7	51
	662	67,0	80	463	66,9	56
16	360	41,6	49	360	59,5	49
	550	63,6	75	440	72,7	60
	650	75,1	83	480	79,3	66
	756	87,4	103	529	87,4	72
20	450	65,0	96	450	92,9	96
	690	99,7	147	550	113,5	117
	820	118,5	174	600	123,9	128
	945	136,6	201	662	136,7	141
25	563	101,7	212	563	145,3	212
	780	140,9	294	690	178,1	260
	890	160,8	335	760	196,1	286
	1000	180,6	377	827	213,4	311
28	630	127,5	262	630	182,1	262
	720	145,7	300	700	202,3	291
	810	163,9	337	770	222,6	321
	900	182,1	375	850	245,7	354
	1000	202,3	416	926	267,6	385
32	720	166,5	391	720	237,8	391
	790	182,7	429	790	260,9	429
	860	198,9	467	860	284,1	467
	930	215,0	505	930	307,2	505
	1000	231,2	543	1000	330,3	543

Les valeurs de charges de traction données dans le tableau ci-dessus sont valables lorsque les conditions d'adhérence sont bonnes telles que définies dans l'EN 1992-1-1. Pour toutes les autres conditions, il faut multiplier la valeur par 0,7.

Le volume de résine peut être estimé à l'aide de l'équation : $V = 1,2 * l_{bd} * \pi(d_0^2 - d_s^2) / 4$

Tableau E.2 : Valeurs précalculées des ancrages avec le système d'injection EX3

Exemples pour C20/25 ($f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$), bonnes conditions d'adhérence, barres d'armature ($f_{y,k} = 500 \text{ N/mm}^2$)

Ø barre d'armature (mm)	$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_5 = \alpha_6 = 1,0$			$\alpha_2 \text{ ou } \alpha_5 = 0,7$ $\alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_6 = 1,0$		
	Longueur de recouvrement, l_0 (mm)	Charge de traction (kN)	Volume de résine, V (ml)	Longueur de recouvrement, l_0 (mm)	Charge de traction (kN)	Volume de résine, V (ml)
8	170	9,8	13	170	14,0	13
	270	15,6	21	210	17,3	16
	320	18,5	25	240	19,8	19
	378	21,9	29	265	21,9	20
10	212	15,3	20	212	21,9	20
	270	19,5	25	240	24,8	22
	340	24,6	31	270	27,9	25
	400	28,9	37	300	31,0	28
	473	34,2	43	331	34,2	30
12	255	22,1	27	255	31,6	27
	330	28,6	35	290	35,9	31
	410	35,6	44	320	39,6	34
	480	41,6	51	360	44,6	38
	567	49,2	60	397	49,2	42
14	298	30,1	36	298	43,1	36
	470	47,5	57	380	54,9	46
	570	57,7	69	420	60,7	51
	662	67,0	80	463	66,9	56
16	340	39,3	47	340	56,2	47
	540	62,4	74	430	71,0	59
	650	75,1	89	480	79,3	66
	756	87,4	103	529	87,4	72
20	425	61,4	91	425	87,7	91
	680	98,3	145	540	111,5	115
	810	117,1	172	600	123,9	128
	945	136,6	201	662	136,7	141
25	532	96,1	201	532	137,3	201
	760	137,3	286	670	172,9	252
	880	159,0	331	750	193,5	283
	1000	180,6	377	827	213,4	311
28	595	120,4	248	595	172,0	248
	690	139,6	287	670	193,6	279
	790	159,8	329	760	219,7	316
	890	180,1	370	840	242,8	350
	1000	202,3	416	926	267,6	385
32	681	157,5	370	681	224,9	370
	760	175,7	413	760	251,0	413
	840	194,2	456	840	277,5	457
	920	212,7	500	920	303,9	500
	1000	231,2	543	1000	330,3	543

Les valeurs de charges de traction données dans le tableau ci-dessus sont valables lorsque les conditions d'adhérence sont bonnes telles que définies dans l'EN 1992-1-1. Pour toutes les autres conditions, il faut multiplier la valeur par 0,7.

Le volume de résine peut être estimé à l'aide de l'équation : $V = 1,2 * l_{bd} * \pi(d_0^2 - d_s^2) / 4$