

RAPPORT N°26059195

relatif au:

Système de scellement par injection Chemfix 500
de la société CHEMFIX PRODUCTS LTD
en situation d'incendie pour des armatures (ϕ 8 à 32mm)

À la demande de :

CHEMFIX PRODUCTS LTD
Mill Street East
DEWSBURY, West Yorkshire WF12 9BQ
GROSSBRITANNIEN

Le rapport comprend 38 pages numérotées de 1/38 à 38/38

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	3
2	REFERENCES NORMATIVES	4
3	PROPRIETES THERMOMECAINIQUES	4
3.1	PROGRAMME EXPERIMENTAL	4
3.2	DESCRIPTION DES ESSAIS	5
3.3	PRESENTATION ET MISE EN ŒUVRE DU PRODUIT	7
4	PROFILS DE TEMPERATURE LE LONG DE L'INTERFACE D'ADHERENCE	13
4.1	HYPOTHESES DE MODELISATION.....	13
4.2	JONCTION DE DALLE A DALLE (RECOUVREMENT DE JOINT).....	14
4.3	JONCTION DE DALLE A MUR (ANCRAGE)	16
4.4	JONCTION DE POUTRE A POUTRE (RECOUVREMENT DE JOINT)	18
4.5	JONCTION DE POUTRE A MUR (ANCRAGE).....	22
5	CHARGES MAXIMALES	27
5.1	COEFFICIENTS DE SECURITE	27
5.2	JONCTION DE DALLE A DALLE	27
5.3	JONCTION DE DALLE A MUR	29
5.4	JONCTION DE POUTRE A POUTRE	35
5.5	JONCTION DE POUTRE A MUR.....	36

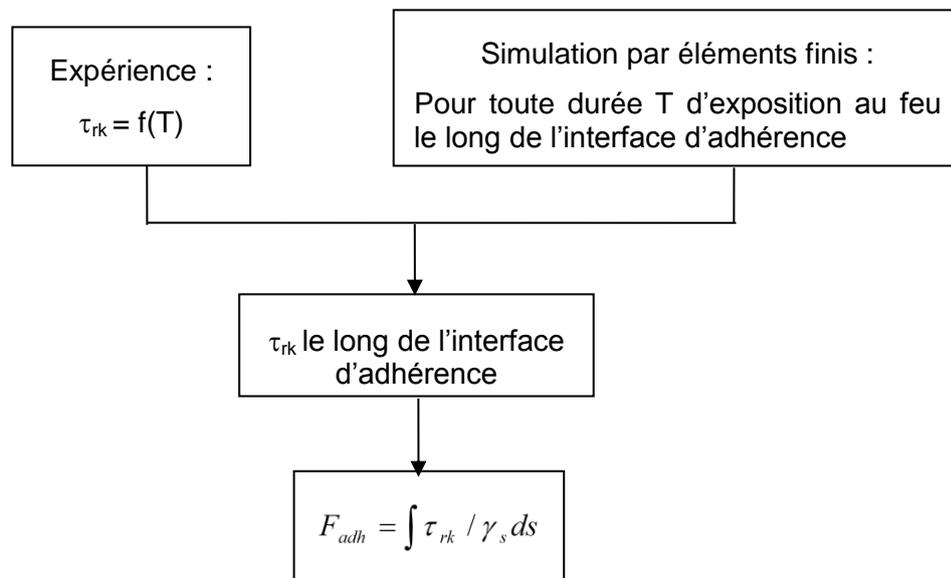
1 INTRODUCTION

Lorsqu'ils sont soumis à une exposition au feu, les éléments de construction voient leurs performances réduites par l'effet de l'augmentation de la température. A la demande de la société «CHEMFIX PRODUCTS LTD», le CSTB a mené une étude visant à évaluer le comportement au feu d'un système de scellement chimique par injection de résine utilisé avec des armatures pour béton (Fe 500; ϕ 8 à 40 mm).

Les charges maximales applicables sur une armature scellée avec la résine Chemfix 500 de la société CHEMFIX PRODUCTS LTD, fonctions de la durée d'exposition au feu et de la longueur de scellement, ont été évaluées pour des connections de dalle à dalle, de mur à dalle, de poutre à poutre et de mur à poutre.

L'évaluation de ces caractéristiques est fondée sur une procédure comprenant 3 étapes :

1. La première étape est le programme expérimental visant à déterminer les propriétés thermomécaniques du système de scellement chimique par injection de résine Chemfix 500 de la société CHEMFIX PRODUCTS LTD lorsqu'il est exposé au feu.
2. La deuxième étape consiste en la modélisation par éléments finis des profils de température à l'interface d'adhérence des quatre types de connexion pris en considération.
3. La troisième étape consiste en la détermination de la contrainte d'adhérence le long de l'interface en utilisant les étapes 1 et 2. La charge maximale applicable par une armature ancrée avec la résine Chemfix 500 de la société CHEMFIX PRODUCTS LTD est alors calculée par l'intégration de cette contrainte d'adhérence sur la zone d'interface.



Où:

τ_{rk} est la contrainte d'adhérence caractéristique,

T est la température,

F_{adh} est la charge maximale applicable aux armatures,

γ_s est le coefficient de sécurité approprié.

La présente étude vise à fournir les données pour le dimensionnement du système d'ancrage par scellement chimique en cas d'exposition au feu. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement en fonction d'autres sollicitations accidentelles; ceux-ci doivent être réalisés par ailleurs.

2 REFERENCES NORMATIVES

ISO 834-1 Essais de résistance au feu - Éléments de construction -- Partie 1 : Exigences générales

EN 1363-1 Essais de résistance au feu -- Partie 1: Exigences générales.

NF EN 1991-1-2 Eurocode1 Actions sur les structures – Partie 1-2 : actions générales - Actions sur les structures exposées au feu, 2003

NF EN 1992-1-2 (+NA) Eurocode2 Calcul des structures en béton– Partie 1-2 : règles générales - Calcul du comportement au feu, 2005.

NF EN 1993-1-2 (+NA) Eurocode3 Calcul des structures en acier – Partie 1-2 : règles générales - Calcul du comportement au feu, 2005.

3 PROPRIETES THERMOMECANIQUES

3.1 Programme expérimental

Le programme expérimental vise à déterminer la contrainte d'adhérence en fonction de la température pour le système de scellement chimique par injection Chemfix 500 de la société CHEMFIX PRODUCTS LTD.

Les tests sont effectués sur des petites éprouvettes soumises à la traction et exposées à une augmentation monotone de la température de 10 degrés par minute. Les tableaux ci-après présentent les configurations des tests qui ont été effectués afin de déterminer le comportement de la résine Chemfix 500 de la société CHEMFIX PRODUCTS LTD en cas d'exposition au feu. Les essais ont été effectués du 15/11/2011 au 18/01/2012 dans le laboratoire de résistance au feu du CSTB au Centre de recherche de Marne-la-Vallée.

Diameter [mm]	Embedment depth [mm]	Applied load [kN]
8	80	5.0
		20.0
10	100	10.0
		25.0
12	120	3.0
		10.0
		20.0
		30.0
		50.0
		16.0
		35.0
		42.5
		55.5
		62.0
16	160	30.0
		50.0
20	200	50.0
		100.0

Tableau 1 : Programme d'essai initial

3.2 Description des essais

Les essais ont été effectués dans un four électrique. Pour chaque éprouvette, un trou d'un diamètre nominal égal au diamètre de l'armature plus 4 mm est foré dans le cylindre de béton à une profondeur égale à 10 fois le diamètre de l'armature. Avant de sceller l'armature, des capteurs sont disposés de façon telle que la température de l'armature puisse être mesurée à une profondeur d'environ 10 mm sous la surface du béton, et à proximité de l'extrémité inférieure de l'armature, au fond du trou. Une traction est appliquée sur l'armature au moyen d'un vérin hydraulique.



Illustration 1: Dispositif de pilotage

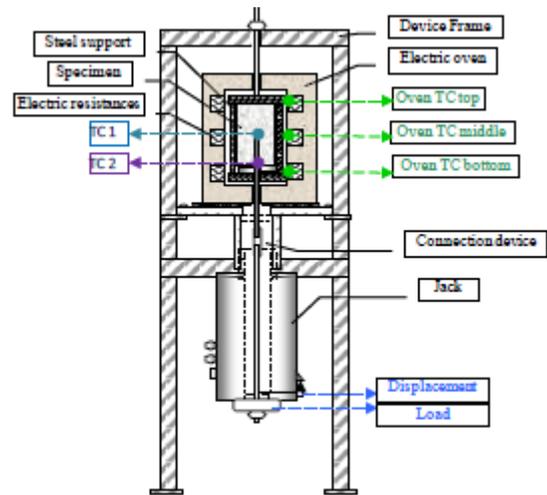


Illustration 2: Dispositif de mise en charge

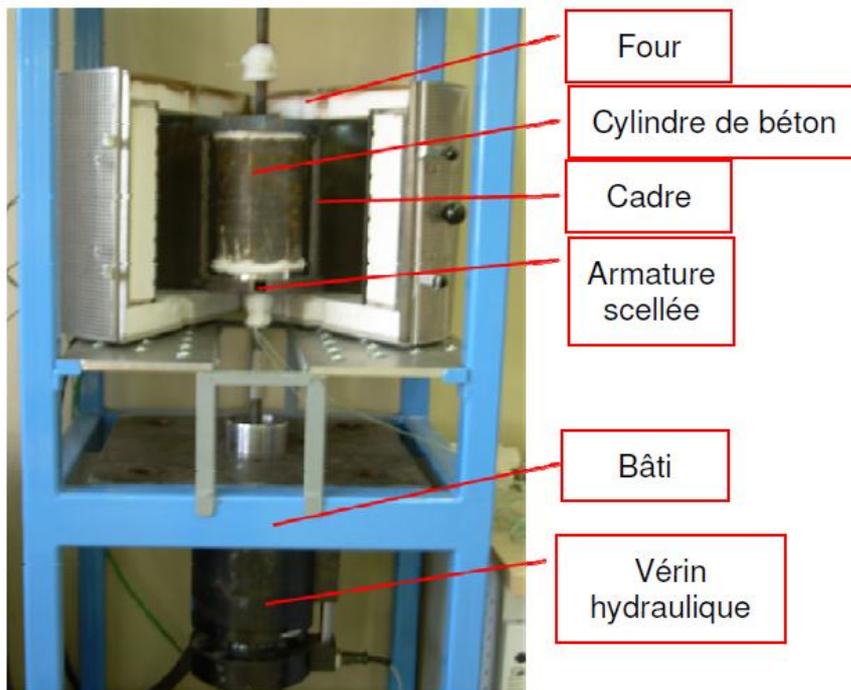


Illustration 3: Four réglé à température élevée

3.3 Présentation et mise en œuvre du produit

La résine Chemfix 500 est un système de scellement chimique par injection, en ratio 3:1. Les résines de scellement se présentent sous la forme de deux cartouches côte à côte en matière plastique. L'extrusion des cartouches, sur lesquelles est monté un embout mélangeur statique, est réalisée au moyen d'un pistolet applicateur. La résine est injectée dans un trou pré-percé à la profondeur requise pour l'application. Une armature Fe 500 à haute adhérence, d'un diamètre compris entre 8 mm et 32 mm, est alors insérée dans le trou contenant la résine.

Les trous sont percés selon les instructions de mise en œuvre du fabricant. Ils sont nettoyés selon les instructions écrites du fabricant et avec les accessoires de nettoyage du fabricant. La résine de scellement et l'armature sont mises en œuvre selon le mode opératoire de pose du fabricant avec l'équipement fourni par ce dernier. Certains détails concernant la pose peuvent être vus dans le tableau 2.

	<p>1 Drill with hammer drill a hole into the base material to the size and embedment depth required by the selected anchor (Table 2 or Table 3).</p>
	<p>Attention! Standing water in the bore hole must be removed before cleaning.</p> <p>2a Starting from the bottom or back of the bore hole, blow the hole clean with compressed air or a hand pump (Annex 8) a minimum of two times. If the bore hole ground is not reached an extension shall be used.</p>
	<p>The hand-pump can be used for anchor sizes up to bore hole diameter 20 mm.</p> <p>For bore holes larger than 20 mm or deeper 240 mm, compressed air (min. 6 bar) must be used.</p>
	<p>2b Check brush diameter acc. Table 5 and attach the brush to a drilling machine or a battery screwdriver. Brush the hole with an appropriate sized wire brush > d_{hole} (Table 5) a minimum of two times. If the bore hole ground is not reached with the brush, a brush extension shall be used (Table 5).</p>
	<p>2c Finally blow the hole clean again with compressed air or a hand pump acc. Annex 8 a minimum of two times. If the bore hole ground is not reached an extension shall be used.</p> <p>The hand-pump can be used for anchor sizes up to bore hole diameter 20 mm. For bore holes larger than 20 mm or deeper 240 mm, compressed air (min. 6 bar) must be used.</p>
	<p>After cleaning, the bore hole has to be protected against re-contamination in an appropriate way, until dispensing the mortar in the bore hole. If necessary, the cleaning has to be repeated directly before dispensing the mortar. In-flowing water must not contaminate the bore hole again.</p>
	<p>3 Attach a supplied static-mixing nozzle to the cartridge and load the cartridge into the correct dispensing tool. For every working interruption longer than the recommended working time (Table 4) as well as for new cartridges, a new static-mixer shall be used.</p>
	<p>4 Prior to inserting the anchor rod into the filled bore hole, the position of the embedment depth shall be marked on the anchor rods.</p>
	<p>5 Prior to dispensing into the anchor hole, squeeze out separately a minimum of three full strokes and discard non-uniformly mixed adhesive components until the mortar shows a consistent grey or red colour.</p>

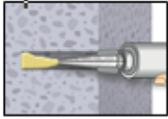
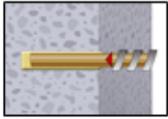
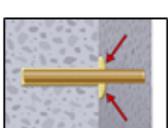
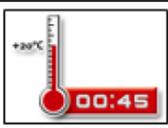
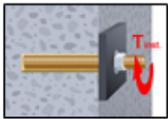
	<p>6. Starting from the bottom or back of the cleaned anchor hole, fill the hole up to approximately two-thirds with adhesive. Slowly withdraw the static mixing nozzle as the hole fills to avoid creating air pockets. For embedment larger than 190 mm an extension nozzle shall be used. For overhead and horizontal installation in bore holes larger than $\varnothing 20$ mm a piston plug and extension nozzle (Annex 8) shall be used. Observe the gel-/ working times given in Table 4.</p>
	<p>7. Push the threaded rod or reinforcing bar into the anchor hole while turning slightly to ensure positive distribution of the adhesive until the embedment depth is reached.</p> <p>The anchor should be free of dirt, grease, oil or other foreign material.</p>
	<p>8. Be sure that the anchor is fully seated at the bottom of the hole and that excess mortar is visible at the top of the hole. If these requirements are not maintained, the application has to be renewed. For overhead installation fix embedded part (e.g. wedges).</p>
	<p>9. Allow the adhesive to cure to the specified time prior to applying any load or torque. Do not move or load the anchor until it is fully cured (attend Table 4).</p>
	<p>10. After full curing, the add-on part can be installed with the max. torque (Table 2) by using a calibrated torque wrench.</p>

Tableau 2 : Programme d'essai initial



Illustration 4 : Matériel de nettoyage

Threaded rod	Rebar	d_0 Drill bit - \varnothing	d_b Brush - \varnothing	$d_{b,min}$ min. Brush - \varnothing
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
M8		10	12	10,5
M10	8	12	14	12,5
M12	10	14	16	14,5
	12	16	18	16,5
M16	14	18	20	18,5
	16	20	22	20,5
M20	20	24	26	24,5
M24		28	30	28,5
M27	25	32	34	32,5
M30	28	35	37	35,5
	32	40	41,5	40,5

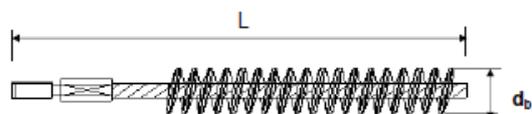


Illustration 5 : Brosses pour le nettoyage des trous



Illustration 6 : Pistolet d'injection

La mise en œuvre précédente a été suivie pour la réalisation des corps d'épreuve pour lesquels des armatures ont été introduites dans des cylindres de béton de 150 mm de diamètre, cerclés d'acier.

Un total de 20 armatures, de diamètres allant de 8 à 20 mm, a été ancré dans des cylindres en béton cerclés d'acier à l'aide du scellement chimique Chemfix 500. Ensuite, les éprouvettes ont été testées en traction et exposées au feu afin de déterminer les propriétés thermomécaniques ainsi que le comportement à l'arrachement de l'ancrage.

La figure ci-dessous donne les détails de l'ancrage de l'armature dans un cylindre de béton.

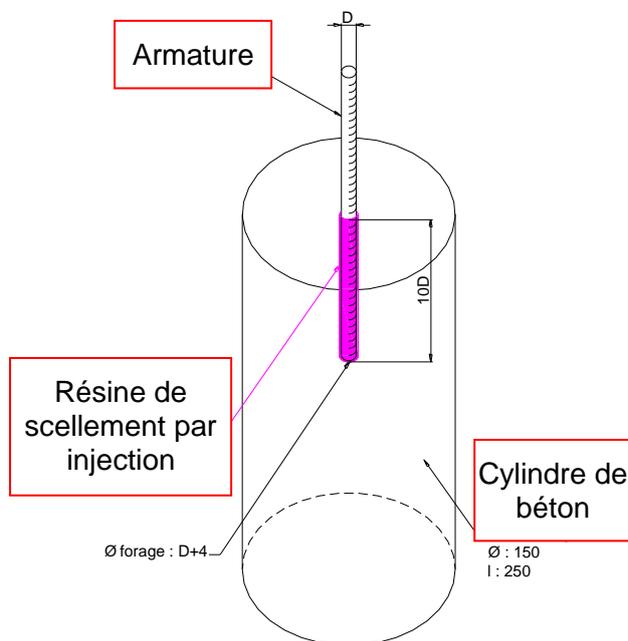


Illustration 7: Ancrage d'une armature dans un cylindre de béton cerclé d'acier

Les caractéristiques des composants du béton ainsi que la façon de le fabriquer satisfont aux conditions définies par l'ETAG 001.

Résultats des essais

Les températures de ruine sont données dans le tableau ci-dessous pour chaque diamètre d'armature considéré et chaque niveau de charge appliqué.

Diameter [mm]	Embedment depth [mm]	Applied load [kN]	Failure temperature [°C]
8	80	5.0	100
		20.0	64
10	100	10.0	97
		25.0	93
12	120	3.0	278
		10.0	125
		16.0	96
		20.0	85
		30.0	79
		35.1	71
		42.5	71
		50.0	58
		55.4	62
		62.0	60
		69.0	51
16	160	30.0	91
		50.0	39
20	200	49.8	77
		99.5	63

Tableau 2: Résultats des essais



Illustration 8 : Rupture par perte d'adhérence après exposition au feu

A partir de ces données, nous obtenons la relation (définie au fractile 5% et pour un degré de confiance de 90%) entre la contrainte d'adhérence caractéristique et la température.

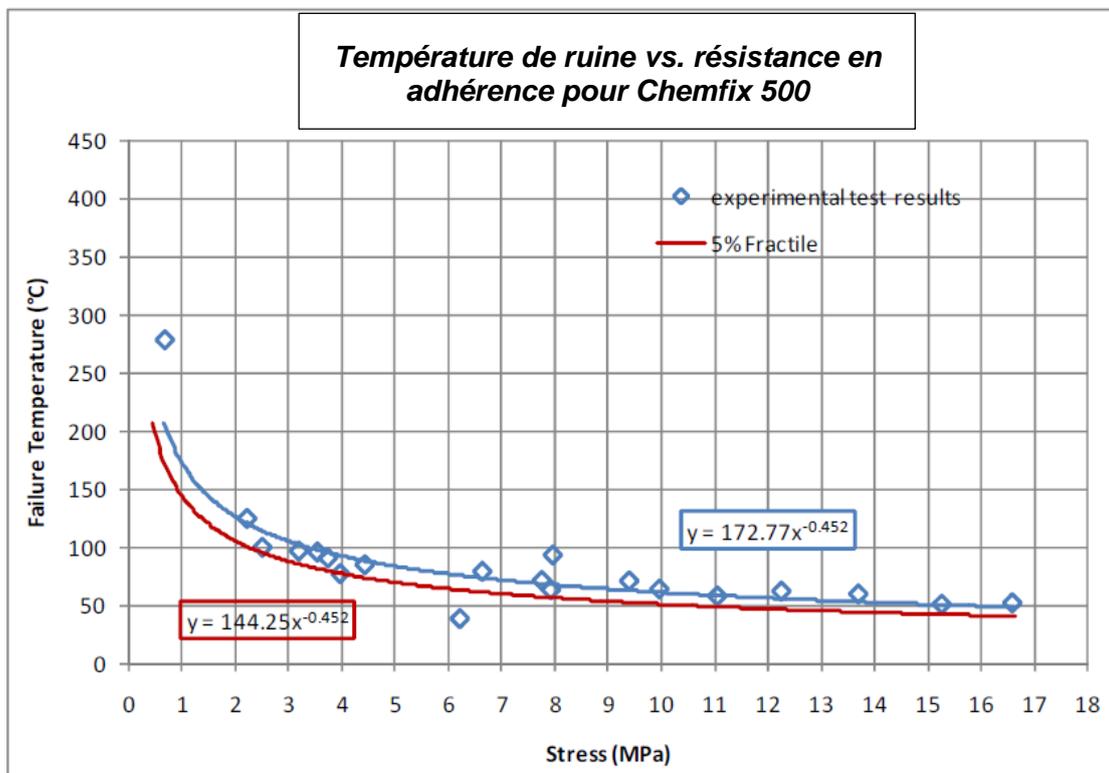


Illustration 9 : résine Chemfix 500 - Contrainte d'adhérence caractéristique en fonction de la température.

4 PROFILS DE TEMPERATURE LE LONG DE L'INTERFACE D'ADHERENCE

La connaissance du comportement au feu des structures traditionnelles en béton permet d'évaluer la distribution de la température, pour chaque durée de l'exposition au feu par la modélisation des échanges thermiques à l'intérieur des éléments en béton. Le profil de température dépend de la configuration : connections de dalle à dalle ou de mur à dalle ou de poutre à poutre ou mur à poutre. Ces températures sont calculées en utilisant la méthode des éléments finis.

4.1 Hypothèses de modélisation

Modélisation des actions thermiques :

A l'instant initial (t=0), chaque élément est supposé avoir une température de 20°C.

Le feu est modélisé par un flux de chaleur sur les faces exposées de la structure. Ce flux de chaleur est fonction de la température des gaz T_g dont l'évolution est donnée par la relation conventionnelle température / temps (ISO R834-1):

$$\triangleright T_g = T_0 + 345 \text{Log}_{10}(8t + 1)$$

Où :

T_0 est la température initiale (°C)

t est le temps exprimé en minutes.

Le flux entrant dans un élément chauffé est la somme des composantes de convection et de rayonnement :

$$\triangleright \text{Densité du flux convectif : } \varphi_c = h(T_g - T_s) \text{ (W/m}^2\text{),}$$

$$\triangleright \text{Densité du flux radiatif : } \varphi_r = \varepsilon \sigma (T_g^4 - T_s^4) \text{ (W/m}^2\text{).}$$

Où:

σ est la constante de Stefan-Boltzmann

T_s est la température en surface de l'élément chauffé

ε est l'émissivité

h est le coefficient d'échange par convection.

Les coefficients d'échange sont donnés par l'Eurocode1 - partie 1.2 et l'Eurocode2 partie 1.2 (NA) (voir tableau 4).

	H (W/m ² K)	ε
Face exposée au feu	25	0.7
<i>Face non exposée</i>	4	0.7

Tableau 3 : valeurs des coefficients d'échange.

Propriétés thermiques des matériaux :

Dans cette étude, seul le béton est pris en compte dans le calcul thermique (EC2 partie 1.2 art.4.3.2). Les propriétés thermiques du béton sont fournis par l'Eurocode2 partie 1.2 + annexe nationale. Ce document examine trois différents types de béton en fonction de la nature des granulats (siliceux, calcaires, légers). Considérant que le béton à base de granulats légers est d'utilisation marginale pour les applications visées ici, les coefficients correspondants ont été exclus. Les études préliminaires ont conduit à retenir les caractéristiques du béton à base de granulats siliceux car celui-ci donne des résultats sécuritaires.

4.2 Jonction de dalle à dalle (recouvrement de joint)

Pour une jonction de dalle à dalle (voir illustration 11), la température le long de l'interface d'adhérence est considérée uniforme et égale, par sécurité, à la température dans une dalle à une profondeur équivalente à l'épaisseur d'enrobage. Par conséquent, les profils de température sont calculés par la simulation aux éléments finis d'une dalle chauffée sur sa face inférieure.

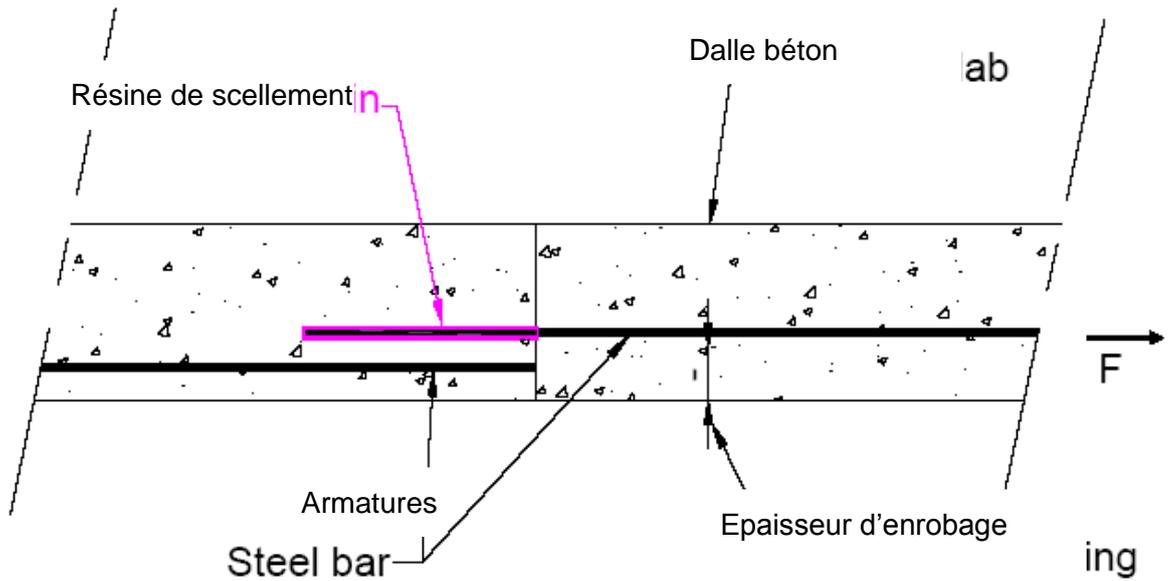


Illustration 10 : Jonction de dalle à dalle

Les températures en fonction de l'épaisseur d'enrobage sont tracées sur l'illustration 12 pour des durées de feu allant de 30 minutes à quatre heures.

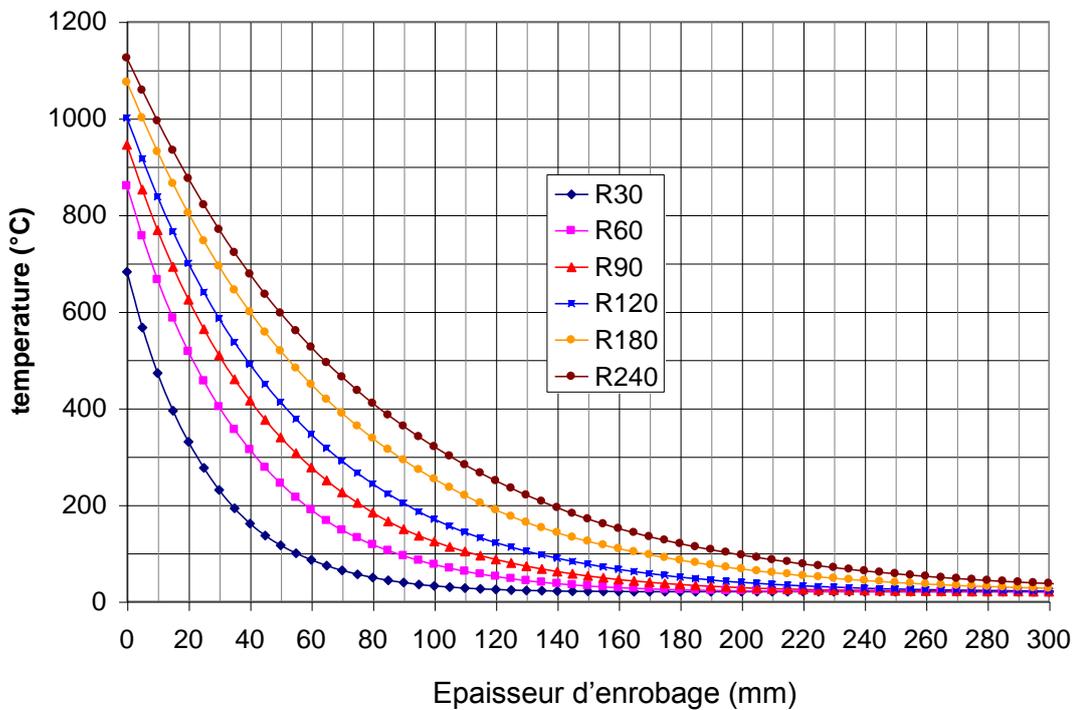


Illustration 11 : Température à l'interface d'adhérence en fonction de l'épaisseur d'enrobage.

4.3 Jonction de dalle à mur (ancrage)

Pour une jonction de dalle à mur (voir l'illustration 12), la température le long de l'interface d'adhérence n'est pas uniforme et dépend de la durée du feu et de la longueur d'ancrage. Par conséquent, les profils de température sont obtenus par des simulations aux éléments finis pour chaque durée d'exposition au feu et pour chaque longueur d'ancrage envisagés.

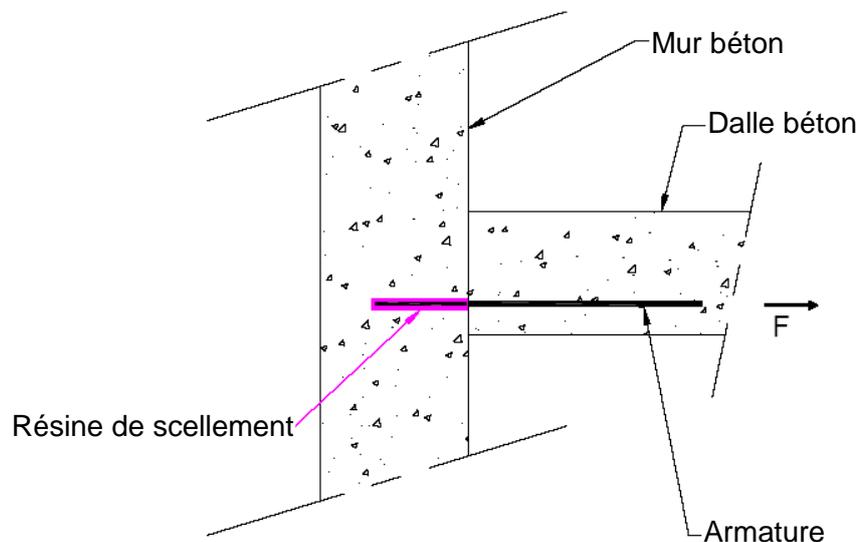


Illustration 12 : Jonction dalle sur mur

Le feu est modélisé selon la montée en température conventionnelle ISO R834 pour des durées de 30, 60, 90, 120, 180 et 240 minutes. La longueur de scellement considérée varie sur une plage allant de 10 fois le diamètre de l'armature jusqu'à la longueur qui permettra d'égaliser par adhérence la charge maximale que peut reprendre l'armature en traction.

Les simulations sont faites en tenant compte de l'enrobage minimal de béton qui, pour chaque diamètre d'armature et chaque durée d'exposition au feu considérés, assure une élévation de température de l'armature suffisamment faible ($< 400^{\circ}\text{C}$) pour que la résistance de celle-ci à la traction soit encore égale à sa résistance à froid. Les profondeurs d'enrobage correspondantes sont issues de l'Eurocode 3 partie 1.2 + AN (tableau 5).

		<i>Durée d'exposition au feu (min)</i>											
ϕ (mm)	D (mm)	30		60		90		120		180		240	
		C-C (mm)	S-T (mm)	C-C (mm)	S-T (mm)	C-C (mm)	S-T (mm)	C-C (mm)	S-T (mm)	C-C (mm)	S-T (mm)	C-C (mm)	S-T (mm)
8	12	10	60	20	70	25	90	35	110	50	150	70	175
10	14	10	60	20	70	25	90	35	110	50	150	70	175
12	16	12	60	20	70	25	90	35	110	50	150	70	175
14	18	14	60	20	70	25	90	35	110	50	150	70	175
16	20	16	60	20	70	25	90	35	110	50	150	70	175
20	25	20	60	20	70	25	90	35	110	50	150	70	175
25	30	25	75	25	75	25	90	35	110	50	150	70	175
32	40	32	96	32	96	32	96	35	110	50	150	70	175
40	47	40	120	40	120	40	120	40	120	50	150	70	180

Où :

- D est le diamètre de perçage
- C-C est l'épaisseur d'enrobage
- S-T est l'épaisseur de la dalle

Tableau 4 : Résumé des configurations modélisées pour chaque diamètre d'armature (ϕ) et chaque durée de feu.

Pour définir les profils de température, des modélisations tridimensionnelles ont été réalisées. En raison des conditions de symétrie du problème, seule la moitié de la structure est maillée (voir illustration 14).

Considérant que le mur situé au-dessus de la dalle va rester à une température proche de 20°C, il n'a pas été maillé. Par conséquent, la structure modélisée présente une forme de L au lieu d'une forme de T tel que présentée sur l'illustration 12.

Les conditions aux limites sont :

- Sur les faces chauffées, la densité du flux de chaleur, fonction de la température des gaz (montée conventionnelle ISO R834).
- Sur les faces non exposées, la densité du flux de chaleur correspondant à une température ambiante constante de 20°C.
- Pas d'échange de chaleur sur les autres faces.

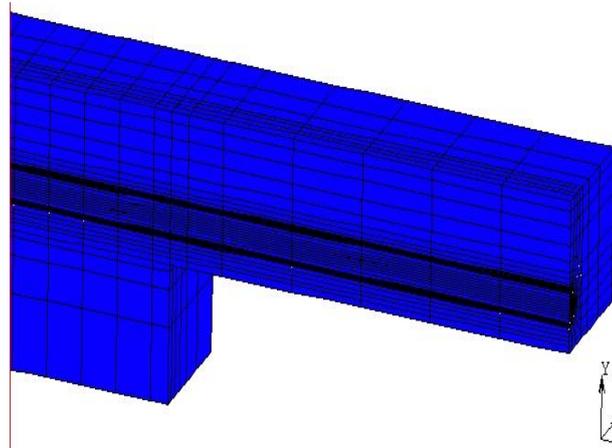


Illustration 13 : Maillage utilisé pour le calcul thermique pour la jonction dalle sur mur

4.4 Jonction de poutre à poutre (recouvrement de joint)

Pour une jonction de poutre à poutre (voir illustration 14), la température le long de l'interface d'adhérence est considérée uniforme et égale, par sécurité, à la température dans une poutre à une profondeur équivalente à l'épaisseur d'enrobage. Par conséquent, les profils de température sont calculés par la simulation aux éléments finis d'une poutre chauffée sur trois côtés.

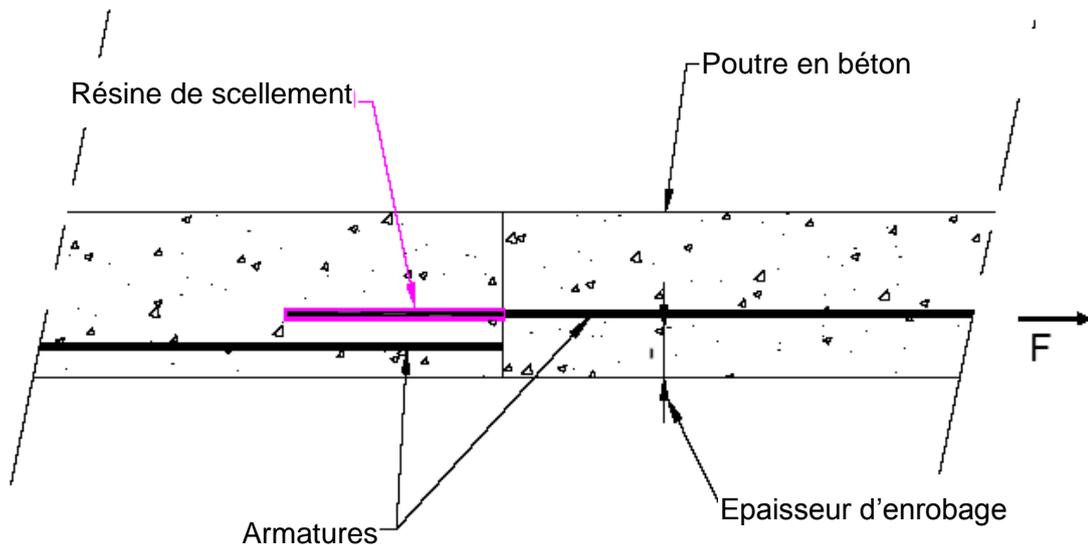


Illustration 14 : Jonction de poutre à poutre

Quatre largeurs de poutre ont été étudiées : 20 cm, 30 cm, 40 cm et 100 cm. Les mêmes résultats ayant été observés sur les poutres de largeur 40 cm et 100 cm, les résultats ne sont présentés que pour les largeurs de poutre 20 cm, 30 cm et « 40 cm et plus ».

Selon l'Eurocode 2 partie 1.2, les durées de résistance au feu sont limitées en fonction de la largeur des poutres. Pour les poutres de 40 cm de large et plus, une résistance au feu d'une durée de 240 minutes peut être obtenue. En revanche, la durée de résistance au feu est limitée à 120 minutes pour les poutres de 30 cm de large et à 90 minutes pour les poutres de 20 cm de large.

Pour définir les profils de température, des modélisations bidimensionnelles ont été réalisées (section de poutre). En raison des conditions de symétrie du problème, seule la moitié de la structure est maillée (voir illustration 15).

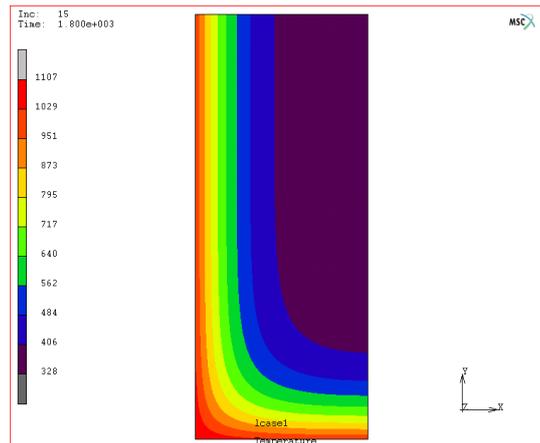


Illustration 15: Exemple de profil de température (T °Kelvin) – Durée de feu = 30 minutes
– Largeur de la poutre = 20 cm

Les isothermes obtenues par simulation sont présentées ci-après. La gamme des températures a été retenue pour être compatible avec une profondeur d'ancrage maximale raisonnable (voir 5.4). Sur les illustrations suivantes, une grille de 10 mm d'espacement en abscisse (x) et de 20 mm en ordonnée (y) est superposée afin de localiser facilement les isothermes sur les sections de poutres. Les isothermes sont dessinées pour les températures 40, 60, 80, 100 et 120°C.

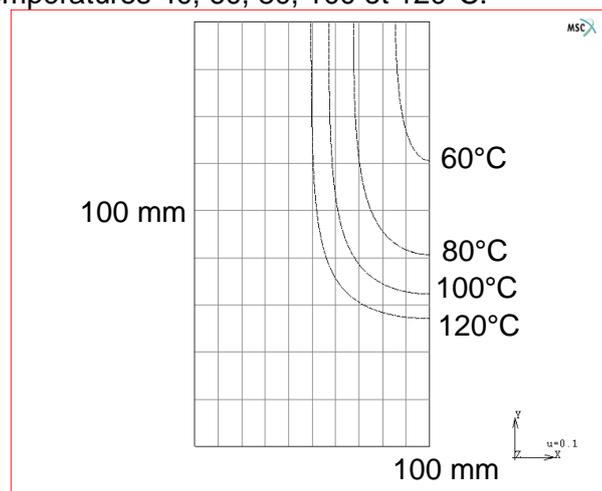


Illustration 16: Isothermes pour une poutre de 20 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 30 min

Il n'y a pas de zone significative où la température est inférieure à 120°C après 30 minutes dans une poutre de 20 cm de large.

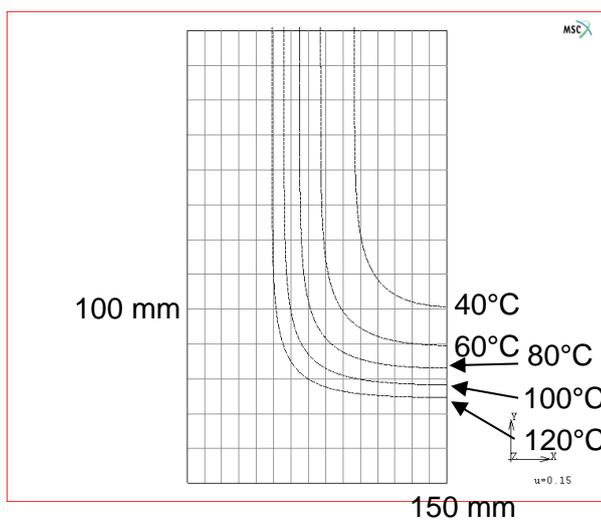


Illustration 17: Isothermes pour une poutre de 30 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 30 min

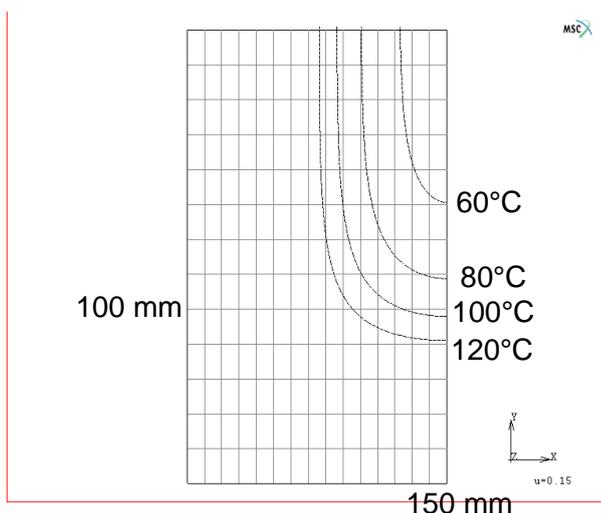


Illustration 18: Isothermes pour une poutre de 30 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 60 min

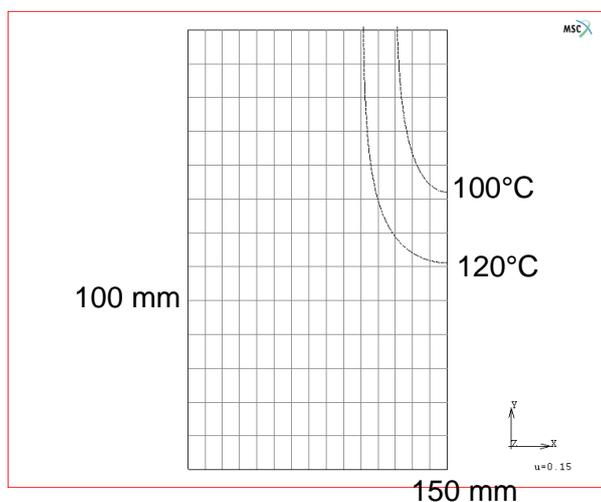


Illustration 19: Isothermes pour une poutre de 30 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 90 min

Il n'y a pas de zone significative où la température est inférieure à 120°C après 90 minutes dans une poutre de 30 cm de large.

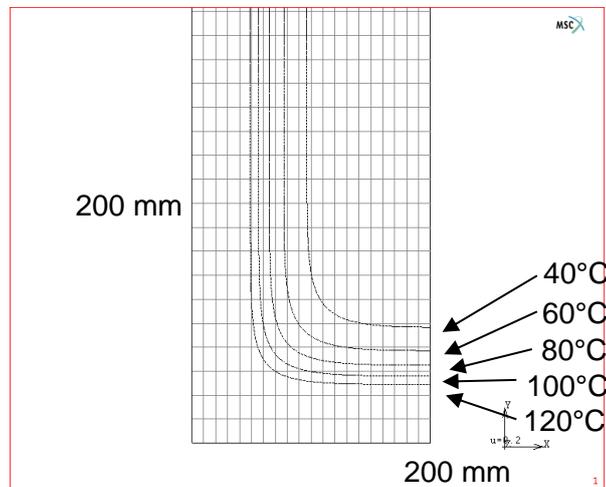


Illustration 20: Isothermes pour une poutre de 40 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 30 min

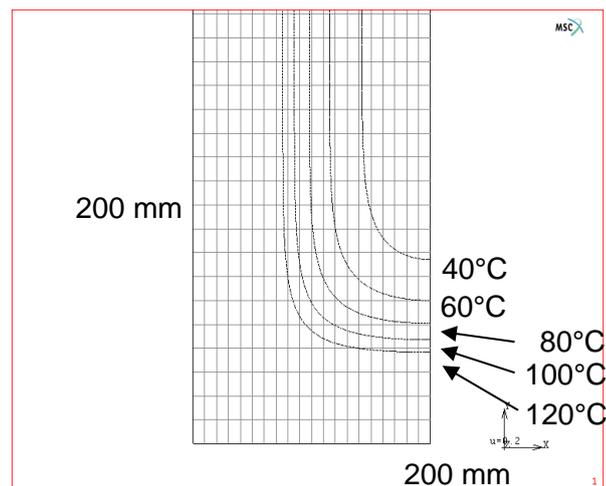


Illustration 21: Isothermes pour une poutre de 40 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 60 min

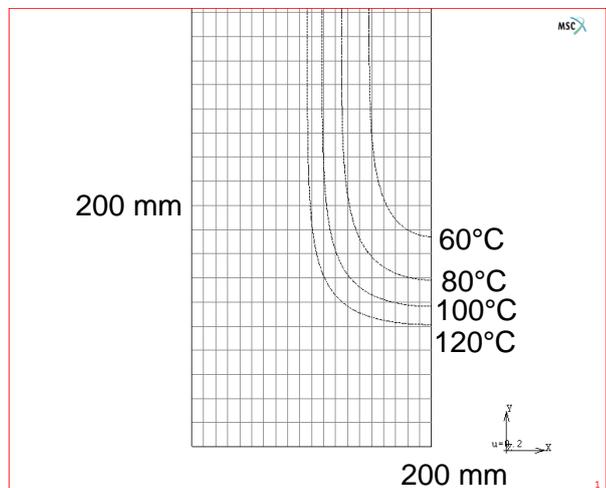


Illustration 22: Isothermes pour une poutre de 40 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 90 min

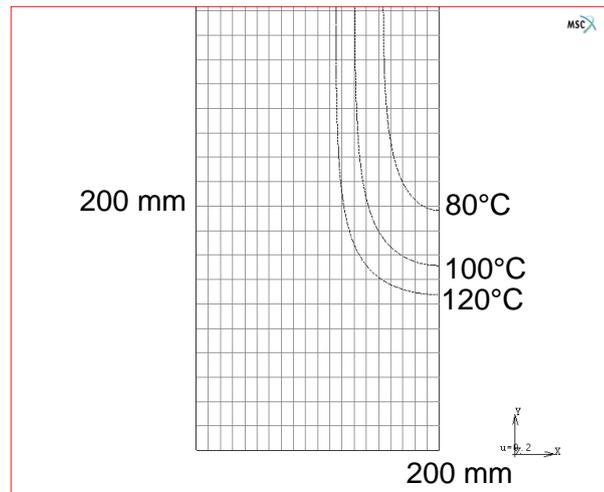


Illustration 23: Isothermes pour une poutre de 40 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 120 min

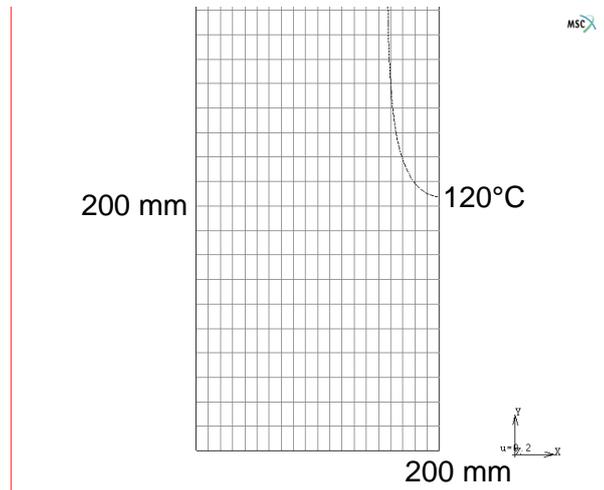


Illustration 24: Isothermes pour une poutre de 40 cm de large et pour une durée d'exposition au feu de 180 min

Il n'y a pas de zone significative où la température est inférieure à 120°C après 180 minutes dans une poutre de 40 cm de large.

4.5 Jonction de poutre à mur (ancrage)

Pour une jonction de poutre sur un mur (voir illustration 25), la température le long de l'interface d'adhérence n'est pas uniforme et dépend de la durée d'exposition au feu et de la longueur de scellement. Par conséquent, les profils de température sont calculés par simulation aux éléments finis pour chaque durée d'exposition au feu et pour chaque longueur de scellement envisagés.

Les diamètres des armatures et les durées d'exposition au feu sont les mêmes que précédemment.

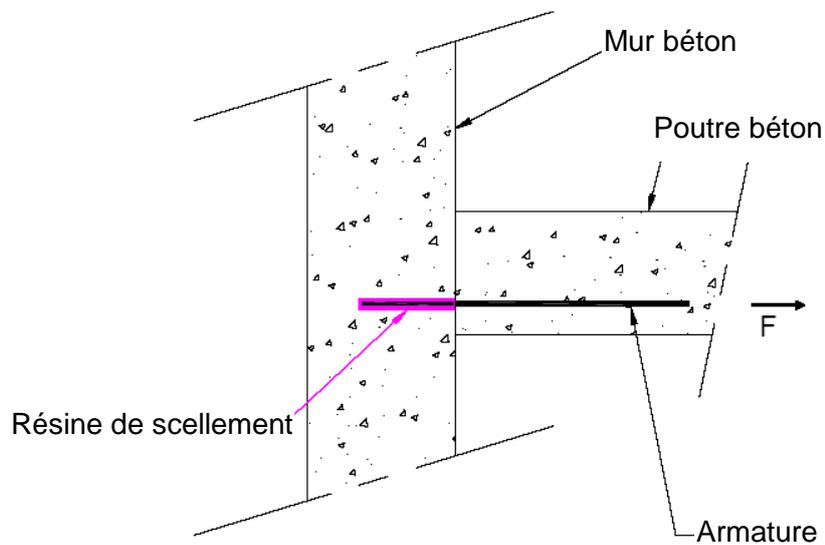


Illustration 25 Jonction de poutre sur un mur

Le feu est modélisé selon la montée en température conventionnelle ISO R834 pour des durées de 30, 60, 90, 120, 180 et 240 minutes. La longueur de scellement considérée varie sur une plage allant de 10 fois le diamètre de l'armature jusqu'à la longueur qui permettra d'égaliser par adhérence la charge maximale que peut reprendre l'armature en traction.

Les simulations sont faites en tenant compte de la même limite de résistance au feu que précédemment (90 minutes pour les poutres de 20cm de large et 120 minutes pour les poutres de 30 cm de large).

En outre, en conformité avec l'Eurocode 2, trois lits d'armatures sont pris en compte dans chaque poutre. L'enrobage de béton et la distance minimale entre lits sont présentés sur l'illustration suivante.

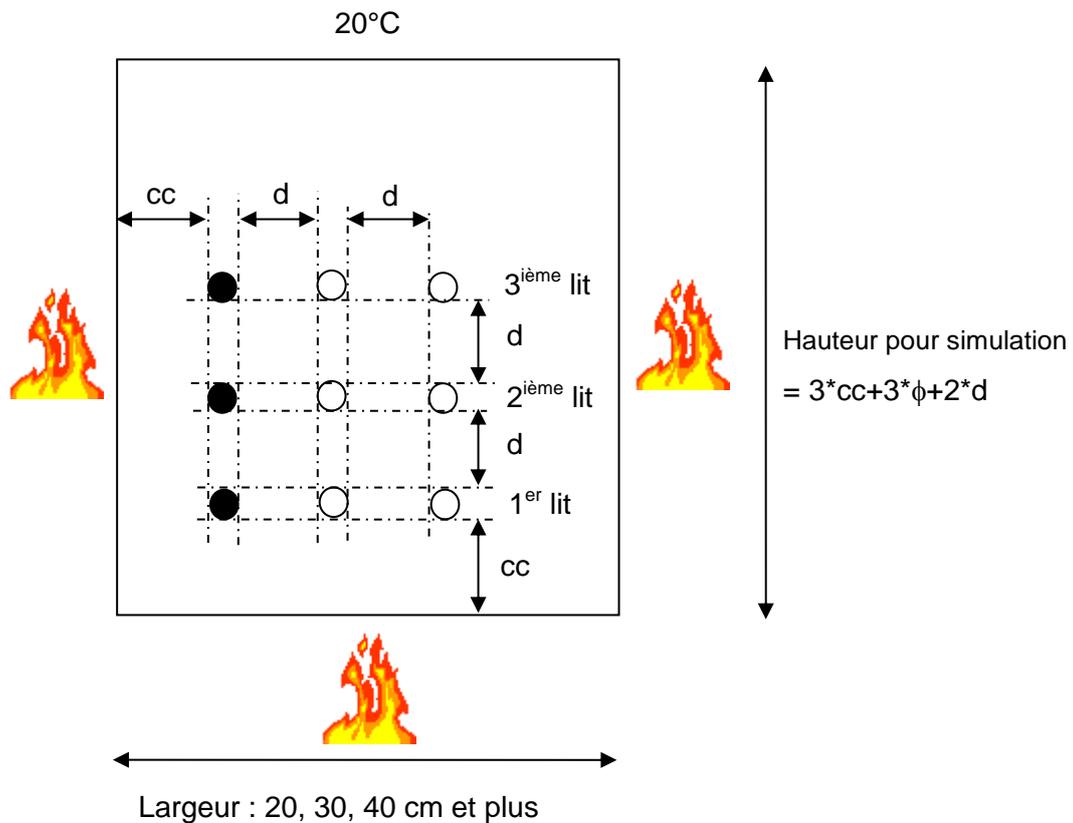


Illustration 26: Disposition des armatures

Les épaisseurs d'enrobage (cc) sont définies pour assurer que la température dans les armatures les plus exposées soit inférieure à 400°C pour la durée du feu requise et pour la largeur de poutre considérée. A cette température, les propriétés mécaniques de l'acier sont maintenues constantes. Les valeurs suivantes sont alors obtenues :

Résistance au feu	Largeur de poutre		
	20 cm	30 cm	40 cm et plus
R30	30 mm	30 mm	28 mm
R60	55 mm	55 mm	52 mm
R90	80 mm	80 mm	70 mm
R120	Impossible	85 mm	85 mm
R180	Impossible	Impossible	110 mm
R240	Impossible	Impossible	136 mm

Tableau 6 : Epaisseur d'enrobage en fonction de la durée de résistance au feu et de la largeur de poutre.

En outre, la distance entre lits d'armatures est définie comme :

$$d = \max (3 \times \text{le diamètre de perçage}; 60 \text{ mm})$$

Les valeurs suivantes sont obtenues :

Rebar diameter (mm)	8	10	12	14	16	20	22	24	25	32
Distance between layers (mm)	60	60	60	60	60	75	81	87	90	120

Tableau 7 : distance entre lits en fonction du diamètre de l'armature.

Pour définir les profils de température, des modélisations tridimensionnelles ont été réalisées. En raison des conditions de symétrie du problème, seule la moitié de la structure est maillée (voir illustrations 27 et 28). Pour imposer des conditions aux limites naturelles, la forme réelle des éléments est modélisée. De cette manière, il n'y a pas de discontinuités de la température des gaz qui pourraient perturber le calcul de la température dans le béton.

Les conditions aux limites sont :

- Sur les faces chauffées, la densité du flux de chaleur, fonction de la température des gaz (montée conventionnelle ISO R834).
- Sur les faces non exposées, la densité du flux de chaleur correspondant à une température ambiante constante de 20°C.
- Pas d'échange de chaleur sur les autres faces.

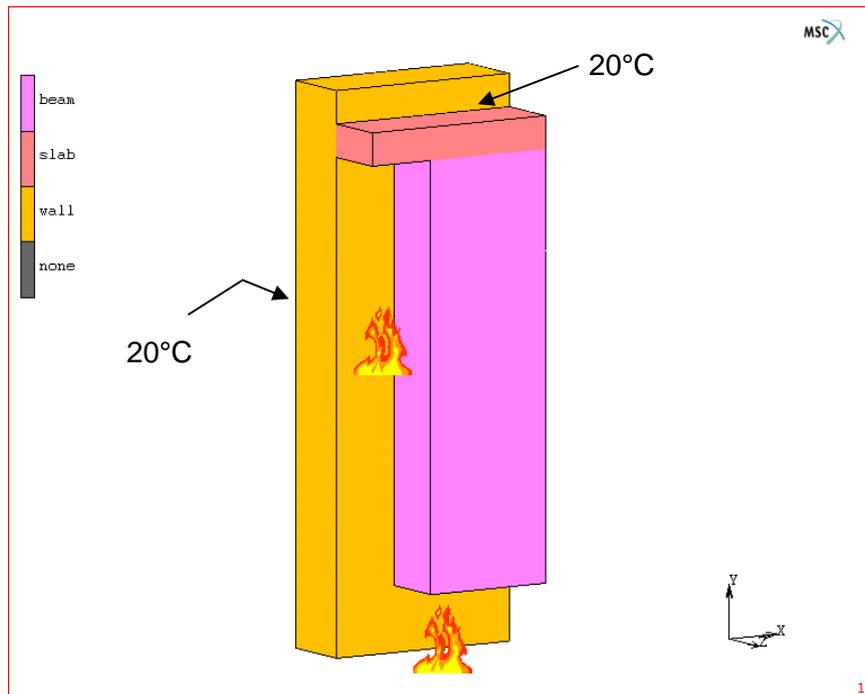


Illustration 27 : Géométrie retenue pour la modélisation thermique dans le cas de la jonction d'une poutre sur un mur.

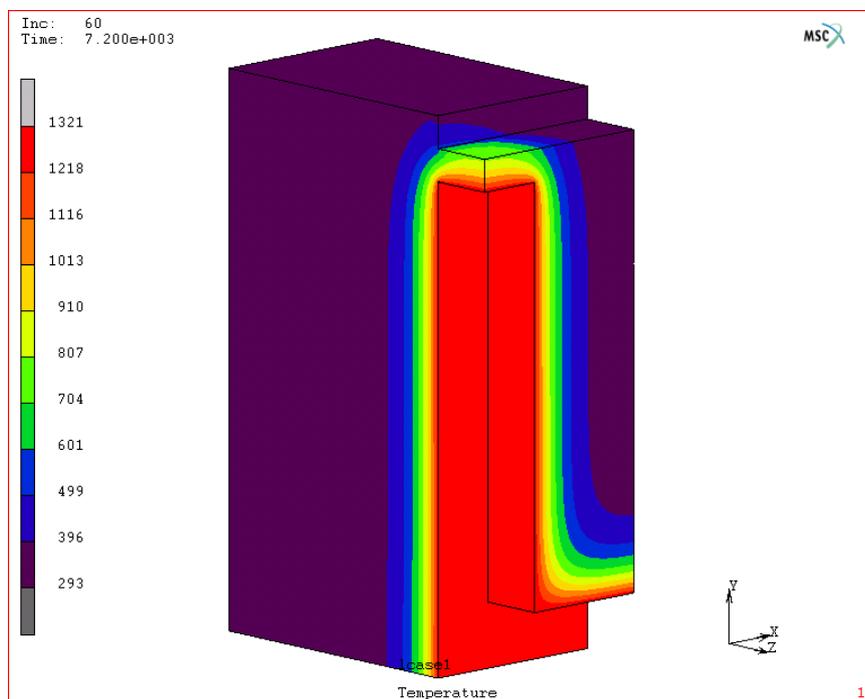


Illustration 28 : Exemple de profil de température (T°Kelvin) – Durée d'exposition au feu = 2 heures – largeur de poutre = 40 cm.

5 CHARGES MAXIMALES

Une fois connue la température le long de l'ancrage, la contrainte d'adhérence peut être calculée à l'aide de la relation, obtenue expérimentalement, qui la lie à la température. La résistance par adhérence de l'ancrage est alors obtenue par intégration de la contrainte d'adhérence le long de l'ancrage. Elle est finalement abaissée en appliquant le coefficient de sécurité approprié.

Les résultats présentés dans les paragraphes suivants sont donnés pour un béton de classe C20/25 et un acier HA Fe 500.

5.1 Coefficients de sécurité

Le coefficient de sécurité global (γ_s) est le produit des coefficients de sécurité partiels suivants :

- γ_c coefficient partiel de sécurité sur la résistance à la compression du béton (1,3)
- γ_t coefficient partiel de sécurité sur la variabilité de la résistance du béton en traction (1,0)
- γ_f coefficient partiel de sécurité sur la variabilité de réalisation sur le terrain (1,2)

Le coefficient de sécurité global obtenu vaut $\gamma_s = 1,6$.

5.2 Jonction de dalle à dalle

La relation entre la température et la contrainte d'adhérence est donné par :

$$\tau = \left(\frac{\theta}{144,25} \right)^{-2,21} \quad (1)$$

Où:

- θ est la température en °C
- τ est la contrainte d'adhérence en MPa

Les contraintes d'adhérence maximales pour une durée d'exposition au feu donnée et pour une épaisseur d'enrobage de béton donnée sont calculées en introduisant les températures de l'illustration 12 dans l'équation (1). Les résultats sont résumés dans le tableau 8.

Chemfix 500	Bonding stress (MPa)					
Concrete cover (mm)	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
10						
20						
30	0.4					
40	0.8					
50	1.6	0.3				
60	3.2	0.5				
70	6.0	0.9	0.4			
80	10.8	1.6	0.6	0.3		
90	14.0	2.6	0.9	0.5		
100	16.5	4.1	1.3	0.7	0.3	
110	17.9	6.5	2.0	1.0	0.4	
120	19.0	9.5	3.0	1.4	0.6	0.3
130	19.7	12.5	4.4	2.1	0.8	0.4
140	20.0	14.7	6.2	2.9	1.0	0.5
150	20.4	16.1	8.4	4.1	1.4	0.7
160	20.7	17.5	11.1	5.6	1.9	0.9
170	20.7	18.2	13.3	7.5	2.5	1.2
180	20.7	19.0	14.7	10.0	3.3	1.5
190		19.7	16.1	12.2	4.2	1.9
200		20.0	17.2	13.6	5.4	2.5
210		20.0	17.9	15.0	6.9	3.1
220		20.4	18.6	16.1	8.8	4.0
230		20.7	19.0	17.2	10.8	4.9
240		20.7	19.7	17.9	12.5	6.2
250		20.7	19.7	18.6	13.6	7.8
260		20.7	20.0	19.0	15.0	9.5
270			20.4	19.7	15.7	11.1
280			20.4	19.7	16.8	12.5
290			20.7	20.0	17.5	13.6
300			20.7	20.4	17.9	14.7
310			20.7	20.4	18.6	15.7
320			20.7	20.7	19.0	16.5
330	21.1		20.7	20.7	19.3	17.2
340				21.1	19.7	17.5
350				21.1	20.0	18.2
360					20.0	18.6
370		21.1			20.4	19.0
380					20.4	19.3
390					20.7	19.7
400					20.7	20.0
410			21.1		20.7	20.4
420				21.1		20.4
430						20.7
440						20.7
450					21.1	20.7
460						
470						21.1

Tableau 8 : Contraintes d'adhérences pour une jonction de dalle à dalle.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

5.3 Jonction de dalle à mur

La résistance d'un ancrage de profondeur L_s , par adhérence de la résine, est donnée par :

$$F_{adh} = \int_0^{L_s} \frac{1}{\gamma_s} \pi * \phi * \tau_{rk}(x) dx$$

Où:

- F_{adh} est la force/charge maximale de l'ancrage
- ϕ est le diamètre de l'armature
- $\tau_{rk}(x)$ est la contrainte d'adhérence caractéristique à la profondeur x .

$\tau_{rk}(x)$ est calculée en utilisant les profils de température obtenus par simulations aux éléments finis et à l'aide de la relation, obtenue expérimentalement, qui la lie à la température.

Un exemple de l'évolution de la résistance de l'ancrage en fonction de sa profondeur est donné sur l'illustration 30. Les résultats complets sont donnés dans les tableaux 9 à 13.

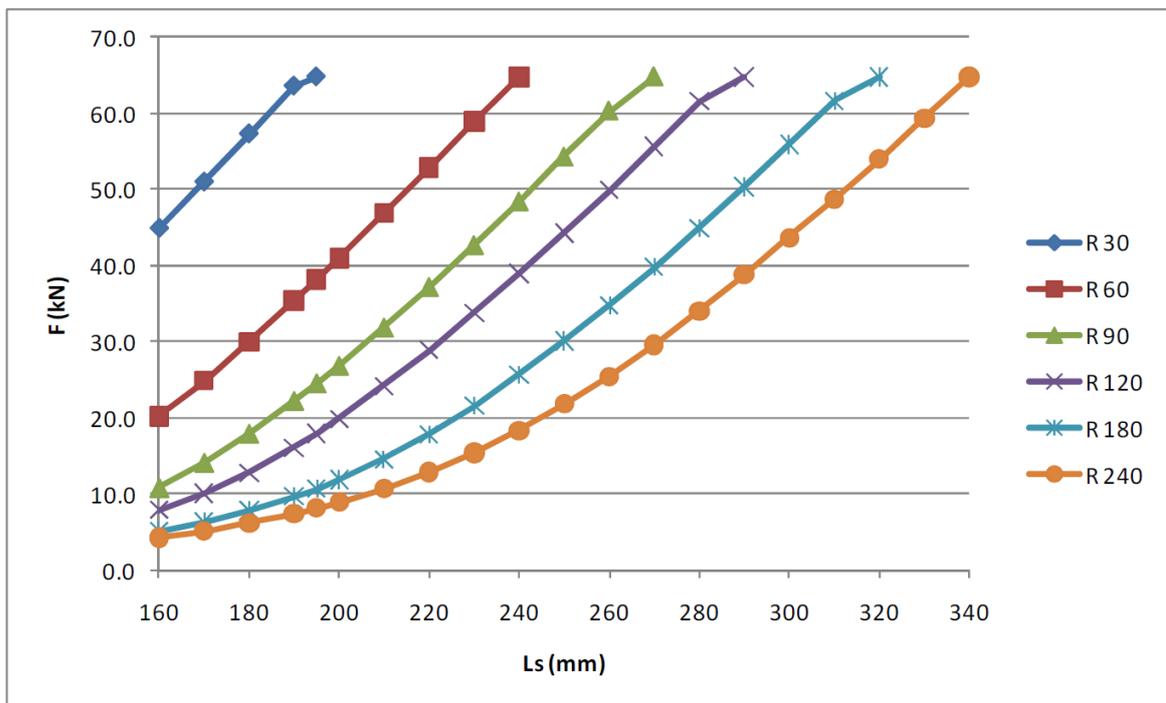


Illustration 30: Résistance de l'ancrage en fonction de sa profondeur ($\phi=16\text{mm}$) pour la résine – Chemfix 500

Chemfix 500									
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load	Rebar anchorage depth	Maximum force in the rebar (kN)					
φ (mm)	D (mm)	F (kN)	Ls (mm)	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
8	12	16.2	80	3.4	1.1	0.6	0.4	0.3	0.3
			95	6.4	2.0	1.0	0.7	0.6	0.5
			110	10.2	3.5	1.7	1.2	0.8	0.8
			125	14.5	6.0	2.8	1.9	1.3	1.1
			135	16.2	8.1	3.9	2.6	1.6	1.3
			140		9.3	4.6	3.0	1.8	1.5
			155		13.2	7.2	4.7	2.7	2.0
			170		16.2	10.5	7.1	3.9	2.7
			185			14.3	10.1	5.5	3.7
			195			16.2	12.4	7.0	4.5
			200				13.6	7.8	5.0
			210				16.2	9.6	6.0
			215					10.7	6.6
			230					14.0	8.8
			240					16.2	10.5
245						11.5			
260						14.6			
270						16.2			
10	14	25.3	100	8.5	2.7	1.4	1.1	0.8	0.7
			115	13.2	4.6	2.3	1.7	1.2	1.0
			130	18.5	7.8	3.7	2.6	1.7	1.4
			145	24.1	11.8	6.0	4.0	2.4	2.0
			150	25.3	13.4	7.0	4.6	2.8	2.2
			160		16.6	9.2	6.2	3.5	2.7
			175		21.8	13.3	9.2	5.0	3.7
			185		25.3	16.4	11.6	6.3	4.5
			190			18.0	13.0	7.1	4.9
			205			23.1	17.3	9.8	6.6
			215			25.3	20.6	12.1	8.1
			220				22.2	13.3	8.9
			230				25.3	16.0	10.7
			235					17.4	11.8
			250					21.9	15.4
265					25.3	19.4			
280						23.8			
285						25.3			

Tableau 9 : Résistance de l'ancrage par adhérence d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 GmbH en situation d'incendie. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées linéairement. L'extrapolation est interdite.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

Chemfix 500									
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load	Rebar anchorage depth	Maximum force in the rebar (kN)					
ϕ (mm)	D (mm)	F (kN)	Ls (mm)	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
12	16	36.4	120	16.8	5.8	3.0	2.2	1.6	1.5
			135	23.0	9.5	4.7	3.3	2.2	2.0
			150	29.7	14.2	7.4	4.8	3.2	2.7
			165	36.4	19.8	11.2	7.1	4.6	3.7
			180		25.9	16.0	10.2	6.4	5.0
			195		32.4	21.4	14.2	8.9	6.7
			205		36.4	25.3	17.3	11.1	8.1
			210			27.4	19.0	12.3	8.9
			225			33.8	24.4	16.5	11.7
			235			36.4	28.3	19.7	14.1
			240				30.3	21.4	15.4
			255				36.4	26.8	19.7
			270					32.6	24.6
			280					36.4	28.1
			285						30.0
300						35.7			
305						36.4			
14	18	49.6	140	29.0	11.7	6.0	4.4	2.8	2.6
			150	34.2	15.3	8.1	5.7	3.5	3.2
			160	39.4	19.3	10.7	7.4	4.4	3.8
			170	44.9	23.7	13.8	9.5	5.5	4.7
			180	49.6	28.3	17.5	12.2	6.8	5.6
			190		33.2	21.5	15.4	8.5	6.8
			200		38.3	25.9	19.0	10.5	8.2
			210		43.5	30.5	23.0	13.0	9.9
			220		48.9	35.3	27.2	15.9	11.9
			225		49.6	37.8	29.4	17.6	13.1
			230			40.3	31.7	19.3	14.3
			240			45.5	36.4	23.0	17.2
			250			49.6	41.4	27.0	20.4
			260				46.4	31.2	23.9
			270				49.6	35.6	27.7
			280					40.2	31.7
			290					45.1	35.9
300					49.6	40.3			
310						44.9			
320						49.6			

Tableau 10 : Résistance de l'ancrage par adhérence d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées linéairement. L'extrapolation est interdite.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

Chemfix 500										
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load	Rebar anchorage depth	Maximum force in the rebar (kN)						
φ (mm)	D (mm)	F (kN)	ls (mm)	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240	
16	20	64.8	160	44.9	20.2	10.9	7.9	5.1	4.3	
			170	51.0	24.9	14.2	10.1	6.3	5.1	
			180	57.3	30.0	18.0	12.8	7.8	6.2	
			190	63.6	35.4	22.3	16.1	9.7	7.4	
			195	64.8	38.2	24.6	18.0	10.7	8.2	
			200		41.0	26.9	19.9	11.9	8.9	
			210		46.9	31.9	24.2	14.6	10.7	
			220		52.9	37.2	28.9	17.9	12.9	
			230		59.0	42.7	33.8	21.6	15.4	
			240		64.8	48.4	39.0	25.7	18.4	
			250				54.3	44.3	30.1	21.8
			260				60.3	49.9	34.8	25.5
			270				64.8	55.7	39.8	29.6
			280					61.6	45.0	34.1
			290					64.8	50.4	38.8
			300						55.9	43.7
			310						61.7	48.8
320						64.8	54.0			
330							59.4			
340							64.8			
20	25	101.2	200	87.2	45.3	29.0	21.3	13.1	10.5	
			215	99.1	55.7	37.7	28.6	17.5	13.6	
			220	101.2	59.3	40.7	31.3	19.2	14.8	
			230		66.6	47.2	36.9	23.3	17.5	
			245		78.0	57.3	46.1	30.2	22.5	
			260		89.6	67.9	55.9	38.2	28.7	
			275		101.2	79.0	66.2	47.0	35.9	
			290			90.4	77.0	56.3	44.0	
			305			101.2	88.1	66.3	52.7	
			320				99.5	76.9	62.1	
			325				101.2	80.5	65.4	
			335					87.8	72.1	
			350					99.0	82.4	
			355					101.2	86.0	
			365						93.1	
380							101.2			

Tableau 11 : Résistance de l'ancrage par adhérence d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées linéairement. L'extrapolation est interdite.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

Chemfix 500											
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load	Rebar anchorage depth	Maximum force in the rebar (kN)							
φ (mm)	D (mm)	F (kN)	Ls (mm)	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240		
22	27	122.4	220	113.4	65.2	44.8	34.4	21.2	16.3		
			230	122.3	73.3	51.9	40.6	25.6	19.3		
			235	122.4	77.4	55.5	43.9	28.0	20.9		
			240		81.6	59.3	47.2	30.6	22.8		
			250		90.0	66.9	54.2	36.1	26.9		
			260		98.5	74.7	61.4	42.0	31.5		
			270		107.1	82.8	69.0	48.4	36.7		
			280		115.8	91.1	76.7	55.0	42.4		
			290		122.4	99.5	84.7	62.0	48.4		
			300			108.0	92.8	69.2	54.7		
			310				116.6	101.1	76.8	61.4	
			320				122.4	109.5	84.5	68.3	
			330					118.0	92.5	75.6	
			340						122.4	100.6	83.0
			350							108.8	90.7
			360							117.2	98.5
			370							122.4	106.4
380								114.6			
390								122.4			
24	29	145.7	240	145.7	87.5	56.6	45.3	29.4	22.9		
			255		100.8	68.4	56.0	37.5	28.9		
			270		114.5	80.7	67.5	46.8	36.3		
			285		128.5	93.7	79.7	57.0	44.9		
			300		142.7	107.1	92.4	68.0	54.3		
			305		145.7	111.6	96.7	71.8	57.7		
			315			120.7	105.5	79.7	64.6		
			330				134.7	118.9	91.9	75.6	
			345				145.7	132.7	104.7	87.3	
			360					145.7	117.9	99.5	
			375						131.4	112.0	
			390						145.1	125.0	
			395						145.7	129.4	
405							138.3				
415							145.7				

Tableau 12 : Résistance de l'ancrage par adhérence d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées linéairement. L'extrapolation est interdite.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

Chemfix 500											
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load	Rebar anchorage depth	Maximum force in the rebar (kN)							
φ (mm)	D (mm)	F (kN)	Ls (mm)	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240		
25	30	158.1	250	158.1	100.4	67.0	54.5	36.1	27.8		
			260		109.7	75.4	62.2	42.2	32.5		
			270		119.3	84.1	70.3	48.7	37.8		
			280		129.0	93.0	78.7	55.7	43.6		
			290		138.8	102.2	87.3	63.1	49.9		
			300		148.7	111.5	96.2	70.8	56.6		
			310		158.1	121.0	105.3	78.9	63.6		
			320			130.5	114.5	87.2	71.0		
			330				140.3	123.9	95.7	78.7	
			340				150.2	133.4	104.6	86.8	
			350				158.1	143.0	113.6	95.1	
			360					152.7	122.8	103.6	
			370						158.1	132.2	112.3
			380							141.6	121.2
			390							151.1	130.2
400							158.1	139.4			
410								148.8			
420								158.1			
32	40	259.0	320	259.0	223.5	160.7	129.0	98.8	82.0		
			330		236.3	172.8	140.4	108.9	91.2		
			340		249.1	185.0	152.0	119.5	100.9		
			350		259.0	197.3	163.8	130.3	110.8		
			360			209.7	175.7	141.4	121.1		
			370				222.2	187.8	152.8	131.7	
			380				234.8	200.0	164.4	142.6	
			390				247.6	212.3	176.2	153.8	
			400				259.0	224.7	188.1	165.1	
			410					237.3	200.2	176.7	
			420					249.9	212.4	188.4	
			430					259.0	224.7	200.3	
			440						237.1	212.3	
			450						249.7	224.3	
			460						259.0	236.5	
470							248.8				
480							259.0				

Tableau 13 : Résistance de l'ancrage par adhérence d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie. Les valeurs intermédiaires peuvent être interpolées linéairement. L'extrapolation est interdite.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

5.4 Jonction de poutre à poutre

La relation entre la température et la contrainte d'adhérence est donné comme précédemment par :

$$\tau = \left(\frac{\theta}{144,25} \right)^{-2,21}$$

Les contraintes d'adhérence pour la température maximale dans une zone donnée des illustrations 17 à 25 sont calculées en introduisant les valeurs des isothermes dans l'équation ci-dessus. Les résultats sont résumés dans le tableau 14.

Maximum temperature in area (°C)	Bonding stress (MPa)
40	14.0
60	6.9
80	3.7
100	2.2
120	1.5

Tableau 14 : Contraintes d'adhérence pour une jonction de poutre à poutre. Se reporter aux illustrations 17 à 25 pour utiliser correctement ce tableau.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

Une autre présentation de ces résultats est donnée ci-après : la profondeur d'ancrage de l'armature, longueur de scellement telle que l'ancrage est aussi résistant que l'armature en traction en situation d'incendie. Les profondeurs d'ancrage des armatures sont présentées dans le tableau 15.

Chemfix 500							
Rebar diameter (mm)	Drill hole diameter (mm)	Rebar maximum load (kN)	Rebar anchorage depth (mm) for maximum temperature in area here below				
			40 °C	60 °C	80 °C	100 °C	120 °C
8	12	16.2	80	148	280	458	686
10	14	25.3	100	185	350	573	857
12	16	36.4	120	222	420	687	
14	18	49.6	140	259	490	802	
16	20	64.8	160	296	560	917	
20	25	101.2	200	370	700		
22	27	122.4	220	407	770		
24	29	145.7	240	444	840		
25	30	158.1	250	463	875		
32	40	259.0	320	593			

Tableau 15 : Profondeur d'ancrage d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie. Se reporter aux illustrations 17 à 25 pour utiliser correctement ce tableau.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

5.5 Jonction de poutre à mur

Afin de présenter les résultats d'une manière simple, nous préférons présenter ici la profondeur d'ancrage de l'armature, longueur de scellement telle que l'ancrage est aussi résistant que l'armature en traction en situation d'incendie. La présentation des résultats telle qu'adoptée pour la jonction d'une dalle sur un mur nécessiterait 27 tableaux !

Pour une longueur de scellement déterminée, la résistance de l'ancrage est obtenue comme précédemment par :

$$F_{adh} = \int_0^{L_s} \frac{1}{\gamma_s} \pi * \phi * \tau_{rk}(x) dx$$

Nous présentons dans les tableaux suivants (tableaux 16 à 18) les profondeurs d'ancrage des armatures "Ls", pour tous les lits et dans chaque configuration autorisée pour les poutres, profondeurs pour lesquelles donc F_{adh} est supérieure à la résistance à la traction des armatures mentionnée dans les tableaux.

Chemfix 500 – beam's width = 20 cm									
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load		Rebar anchorage depth (mm)					
ϕ (mm)	D (mm)	F (kN)	Fire duration	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
			concrete cover (mm)	30	55	80			
8	12	16.2	layer 1	124	154	178			
			layer 2	113	141	166			
			layer 3	111	137	163			
10	14	25.3	layer 1	137	168	192			
			layer 2	126	155	181			
			layer 3	124	151	178			
12	16	36.4	layer 1	150	181	206			
			layer 2	139	168	195			
			layer 3	137	165	192			
14	18	49.6	layer 1	162	194	220			
			layer 2	151	181	209			
			layer 3	149	178	206			
16	20	64.8	layer 1	175	207	233			
			layer 2	163	194	222			
			layer 3	162	191	219			
20	25	101.2	layer 1	200	232	258			
			layer 2	200	217	246			
			layer 3	200	215	244			
22	27	122.4	layer 1	220	244	271			
			layer 2	220	229	258			
			layer 3	220	227	256			
24	29	145.7	layer 1	240	257	283			
			layer 2	240	242	271			
			layer 3	240	240	269			
25	30	158.1	layer 1	250	263	289			
			layer 2	250	250	276			
			layer 3	250	250	275			
32	40	259.0	layer 1	320	320	332			
			layer 2	320	320	320			
			layer 3	320	320	320			

Tableau 16 : Profondeur d'ancrage d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

Chemfix 500 – beam's width = 30 cm									
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load		Rebar anchorage depth (mm)					
ϕ (mm)	D (mm)	F (kN)	Fire duration	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
			concrete cover (mm)	30	55	80	85		
8	12	16.2	layer 1	124	152	170	195		
			layer 2	113	137	151	178		
			layer 3	111	132	145	171		
10	14	25.3	layer 1	137	166	184	210		
			layer 2	126	151	166	194		
			layer 3	124	146	160	187		
12	16	36.4	layer 1	150	180	198	225		
			layer 2	138	164	181	209		
			layer 3	137	160	174	202		
14	18	49.6	layer 1	162	193	212	239		
			layer 2	151	177	194	223		
			layer 3	149	173	188	216		
16	20	64.8	layer 1	175	205	225	252		
			layer 2	163	190	208	236		
			layer 3	162	186	201	229		
20	25	101.2	layer 1	200	230	250	278		
			layer 2	200	213	230	259		
			layer 3	200	210	226	253		
22	27	122.4	layer 1	220	243	263	291		
			layer 2	220	225	242	271		
			layer 3	220	223	238	266		
24	29	145.7	layer 1	240	255	275	303		
			layer 2	240	240	255	284		
			layer 3	240	240	251	279		
25	30	158.1	layer 1	250	261	282	309		
			layer 2	250	250	259	288		
			layer 3	250	250	257	285		
32	40	259.0	layer 1	320	320	325	353		
			layer 2	320	320	320	330		
			layer 3	320	320	320	328		

Tableau 17 : Profondeur d'ancrage d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.

Chemfix 500 – beam's width = 40 cm or more									
Rebar diameter	Drill hole diameter	Rebar maximum load		Rebar anchorage depth (mm)					
ϕ (mm)	D (mm)	F (kN)	Fire duration	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
			concrete cover (mm)	28	52	70	85	110	136
8	12	16.2	layer 1	125	154	175	193	223	247
			layer 2	114	139	158	174	203	228
			layer 3	112	135	151	166	193	218
10	14	25.3	layer 1	138	168	190	208	239	264
			layer 2	127	153	173	190	220	246
			layer 3	125	149	166	181	210	236
12	16	36.4	layer 1	151	181	204	223	255	281
			layer 2	140	166	187	205	236	263
			layer 3	138	162	180	196	226	253
14	18	49.6	layer 1	163	194	217	237	269	296
			layer 2	152	179	201	219	251	279
			layer 3	150	175	194	210	241	269
16	20	64.8	layer 1	176	207	230	250	283	311
			layer 2	165	192	214	232	265	294
			layer 3	163	188	207	224	255	284
20	25	101.2	layer 1	200	232	256	276	310	339
			layer 2	200	215	236	254	287	317
			layer 3	200	212	231	248	279	308
22	27	122.4	layer 1	220	244	268	289	323	352
			layer 2	220	227	248	267	301	331
			layer 3	220	225	244	260	292	322
24	29	145.7	layer 1	240	256	281	301	336	366
			layer 2	240	240	261	279	314	344
			layer 3	240	240	256	273	305	335
25	30	158.1	layer 1	250	263	287	307	343	372
			layer 2	250	250	265	283	317	348
			layer 3	250	250	262	279	310	340
32	40	259.0	layer 1	320	320	330	351	387	417
			layer 2	320	320	320	324	358	389
			layer 3	320	320	320	322	353	382

Tableau 18 : Profondeur d'ancrage d'une armature scellée à la résine Chemfix 500 en situation d'incendie.

Le présent tableau vise à fournir des données pour le dimensionnement de l'ancrage par résine de scellement en situation d'incendie. Cette étude ne traite pas du dimensionnement mécanique à température ambiante, ni du dimensionnement pour d'autres situations accidentelles. Ces autres cas doivent être traités par ailleurs.