

DOSSIERS DES OUVRAGES EXECUTES

OPERATION :

RENOVATION D'UN BATIMENT LOGISTIQUE

MILEWAY

DROUE SUR DROUETTE (28)

AGENCE FRANC



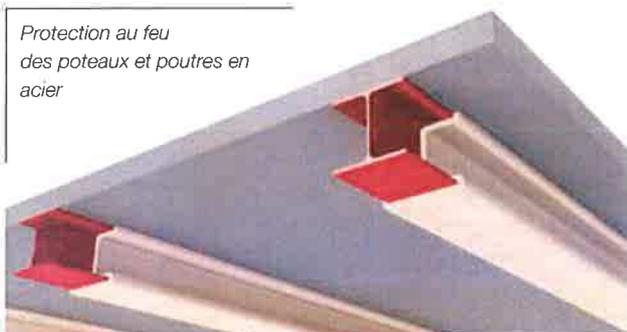
FICHE TECHNIQUE

FLOCAGE SUR BARDAGE ET STRUCTURE ACIER

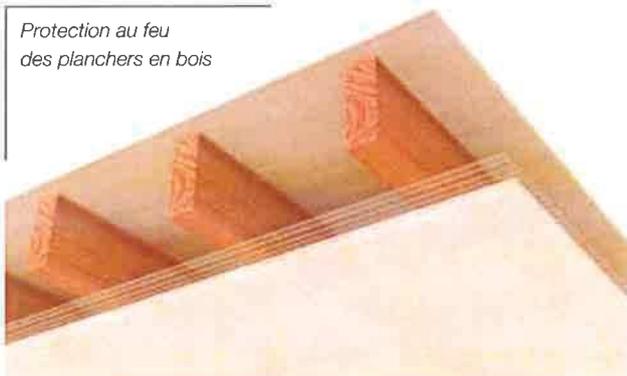
Protection au feu
des structures en béton



Protection au feu
des poteaux et poutres en
acier



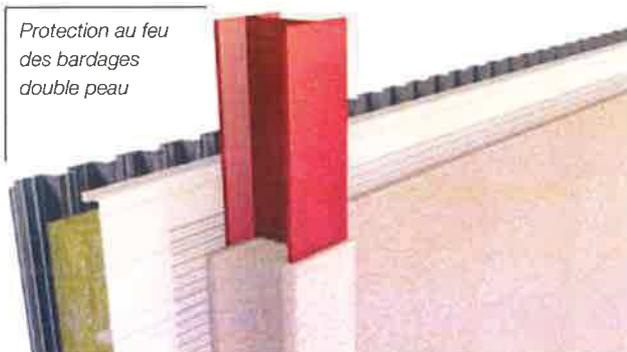
Protection au feu
des planchers en bois



Protection au feu par
membranes horizontales



Protection au feu
des bardages
double peau



ATE 11/0043

Domaines d'applications

- Protection incendie
- Correction acoustique

Description

PROMASPRAY® P300 est un revêtement projeté pré-mélangé fabriqué à base de vermiculite et de plâtre.

Applications

- Planchers et structures béton
- Planchers à poutrelles et hourdis béton
- Dalles béton à bacs acier collaborants
- Planchers bois (projection sur feuille de métal déployé)
- Structures acier
- Membranes horizontales
- Bardages double peau

Propriétés et performances

- Imputrescible
- Incombustible
- Non toxique
- Facilité d'application

Mise en œuvre

Se reporter au P.-V. de référence et aux règles de mise en œuvre définies par le DTU 27.2.

Voir fiche de données de sécurité.

Primaire d'accrochage

CAFCO BONDSEAL® (plancher mixte).

Conditionnement et stockage

Durée de conservation : 6 mois maximum à compter de la date de fabrication en emballage non ouvert.

Conditions de stockage : protéger du gel, de l'humidité, de la chaleur excessive et de la lumière solaire radiante trop élevée.

Conditionnement : sac plastique de 20 kg.

Palettisation : 24 sacs par palette soit 480 kg.

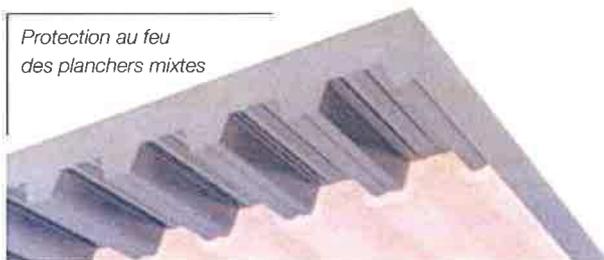
Élimination des déchets : ne pas déverser dans les égouts, les cours d'eau ou dans la terre. Utiliser les sacs poubelle prévus à cet effet.

Caractéristiques

Couleur	Blanc cassé
Aspect	Brut de projection
Masse volumique	365 kg/m ³ ± 15 %
Réaction au feu	A1 - Rapport Warrington Fire Gent Nr 13799C
pH	8 - 8,5
Temps de prise initiale	10 à 15 heures à 25 °C et 50 % HR
Mode de prise	Par prise hydraulique
Température d'utilisation	5 à 45 °C
Classement C.O.V.	A+

L'information donnée dans ce document technique est basée sur des essais actuels et est supposée spécifique au produit. Aucune garantie de résultats n'est cependant implicite, les conditions d'utilisation restant hors de notre contrôle.

Protection au feu
des planchers mixtes





PROCES VERBAL

FLOCAGE SUR BARDAGE ET STRUCTURE ACIER



FLOCAGE SUR BARDAGE



RAPPORT DE CLASSEMENT n° 10 - A - 292

Suivant la norme EN 13501-2:2007/A1:2009

Documents de référence	▪ 10 - A - 292
Concernant	Une gamme de bardages métalliques protégés par produit projeté PROMASPRAY P-300.
Demandeur	PROMAT SAS Rue de l'Amandier F - 78540 VERMILLET

Entib Isolation - Pour information

1. OBJET

Détermination conformément à la norme EN 13501-2:2007/A1:2009, de la contribution apportée par une membrane verticale à la protection au feu d'éléments structuraux.

2. LABORATOIRE D'ESSAIS

Nom : EFECTIS France
Adresse : EFECTIS France
Voie Romaine
F - 57280 MAIZIERES-lès-METZ
Organisme notifié : 1812

3. DEMANDEUR

Nom : PROMAT S.A.S
Adresse : Rue l'Amandier
F - 78540 VERNUILLET

4. REFERENCE ET PROVENANCE DES PRODUITS DE PROTECTION

Référence : PROMASPRAY P-300
Provenance : PROMAT SAS
Rue de l'Amandier
F - 78540 VERNUILLET

5. DESCRIPTION DE LA MEMBRANE VERTICALE DE PROTECTION

5.1. GENERALITES

Bardage métallique double peau constitué d'une âme isolante en laine minérale et de parements en tôle recevant côté feu une protection en produit projeté de type PROMASPRAY P-300 appliqué sur treillis support d'enduit de type Nergalto NG1 fixé mécaniquement au parement métallique.

Le bardage métallique non protégé ne possède aucune performance de résistance au feu propre et a pour épaisseur minimale 50 mm.

L'isolant interne peut être soit de la laine minérale de verre, soit de la laine minérale de roche. La résistance thermique de l'isolant sera impérativement comprise entre 1,25 et 4,5 m².K/W.

Hauteur maximale du bardage : 12 000 mm

5.2. NOMENCLATURE

Selon les informations communiquées par le Demandeur.

Designation	Référence	Matériau	Caractéristiques	Fournisseur
Plateau de bardage	HACIERBA ou équivalent	Acier	e = 75/100 mm mini	ARCELOR CONSTRUCTION FRANCE
Profil de bardage	1070.25 ou équivalent	Acier	e = 63/100 mm mini	ARCELOR CONSTRUCTION FRANCE
Feuille en métal déployé	NERGALTO NG1 ou équivalent	Acier	Largeur = 600	LE METAL DEPLOYE
Isolant	---	Laine de verre Laine de roche	e = 50 mm mini	---
Produit projeté	PROMASPRAY P300	---	mv = 450 kg / m ³ ± 15%	PROMAT

e = Épaisseur --- mv = Masse volumique --- ms = Masse surfacique --- d = Densité --- ml = Mètre linéaire

5.3. DESCRIPTION DETAILLEE DE L'ELEMENT

5.3.1. Bardage métallique

Plateau de bardage

Côté exposé, le bardage est réalisé par des plateaux de bardage type HACIERBA (ARCELOR) ou équivalent d'épaisseur minimale 75/100^{ème} mm, montés horizontalement.

Les panneaux sont fixés à l'ossature porteuse du bâtiment.

Des feuilles en métal déployé de référence NERGALTO NG1 de largeur 600 mm sont fixées par vis TTPC 25 au pas maximum de 300 mm. Les feuilles sont mises en œuvre avec un recouvrement de 100 mm entre nappes.

Profil de bardage

Le parement extérieur et non-exposé du bardage est réalisé en profils de bardage type 1070.25 (ARCELOR) ou équivalent d'épaisseur minimale 63/100^{ème} mm posés verticalement ou horizontalement.

Les profils de bardage sont fixés dans les retours L des plateaux, par vis type FASTSTOP ou équivalent.

Isolation interne

L'isolation du bardage est obligatoirement réalisée par panneaux de laine de verre ou de laine de roche.

Les panneaux sont emboîtés dans le retour des plateaux de bardage sur une épaisseur minimale de 50 mm. La résistance thermique de l'isolant sera impérativement comprise entre 1,25 et 4,5 m².KW.

5.3.2. Mise en œuvre du produit de protection sur le bardage

Le produit projeté est appliqué sur le treillis support d'enduit Nergalto en plusieurs passes successives afin d'obtenir l'épaisseur recherchée.

Machine de projection : M-TEC MONO MIX FU (M-TEC MATHIS TECHNIK) ou similaire
Masse volumique apparente du produit : 450 kg / m³ ± 15%

Les épaisseurs de produit à mettre en œuvre en fonction de la performance recherchée et de la résistance thermique de l'isolant du bardage sont données dans le tableau n° 1 et la figure n° 1.

Classement recherché	Épaisseur mini de Promaspray P-300 à mettre en œuvre (en mm)		
	si Rth=1.25	si Rth=3.75	si Rth=4.5
EI 30	20	20	20
EI 60	30	26	24
EI 90	40	32	29
EI 120	50	40	36
EI 180	65	55	50

Tableau n° 1 : épaisseur de produit à mettre en œuvre sur le bardage

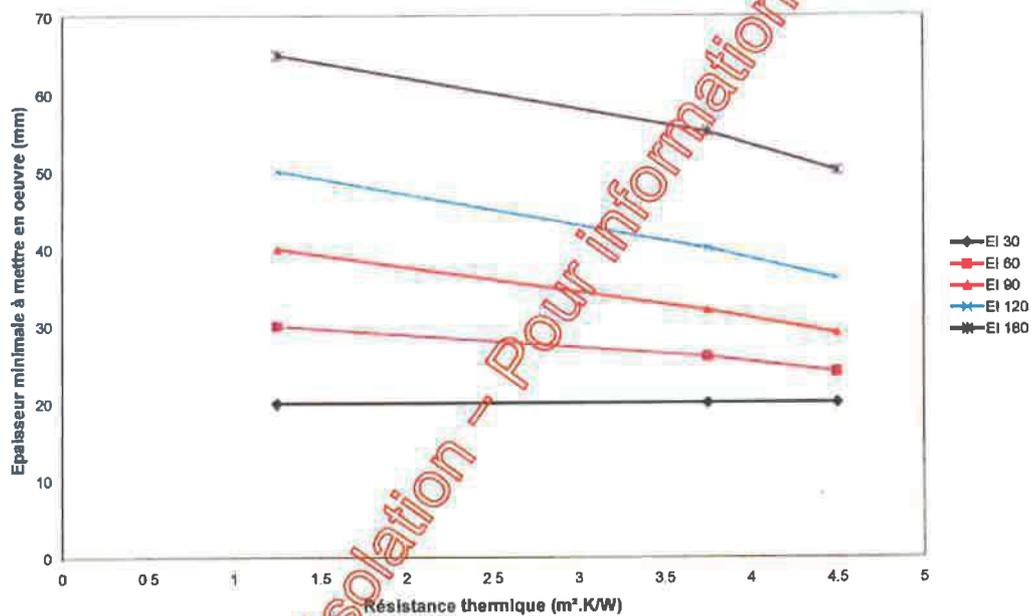


Figure n° 1 : épaisseur de produit à mettre en œuvre sur le bardage

5.3.3. Structure porteuse du bardage

Les bardages peuvent être installés sur des poteaux béton ou acier placés côté feu ou côté opposé au feu.

Dans le cas d'éléments de structure en béton placés côté feu, ceux-ci devront être dimensionnés et éventuellement protégés de manière à satisfaire à une capacité portante de degré au moins égale à la performance recherchée pour le bardage.

Dans le cas de poteaux placés côté feu ceux-ci devront présenter une température critique selon l'Eurocode 3 - Partie 1-2 supérieure à 500°C et devront être protégés conformément au rapport de caractérisation AFIT n°1533T08-7, avec à minima les épaisseurs indiquées dans le tableau n° 2.

De plus, la hauteur entre appui des poteaux sera limitée en fonction de la hauteur d'âme du profil - voir tableau n° 3 et figure n° 2.

Classement recherché	Epaisseur minimale de Promaspray P-300 à mettre en œuvre sur la structure métallique (en mm)
R30	20
R60	25
R90	30
R120	35
R180	50

Tableau n° 2 : épaisseur minimale de produit à mettre en œuvre sur des poteaux métalliques placés côté feu

Hauteur d'âme (mm)	Hauteur maximale entre appui du poteau (mm)
80	3000
140	3400
200	4800
220	5300
240	5800
300	7200
400	9600
500	12000

Tableau n° 3 : hauteur maximale entre appui des poteaux métalliques placés côté feu

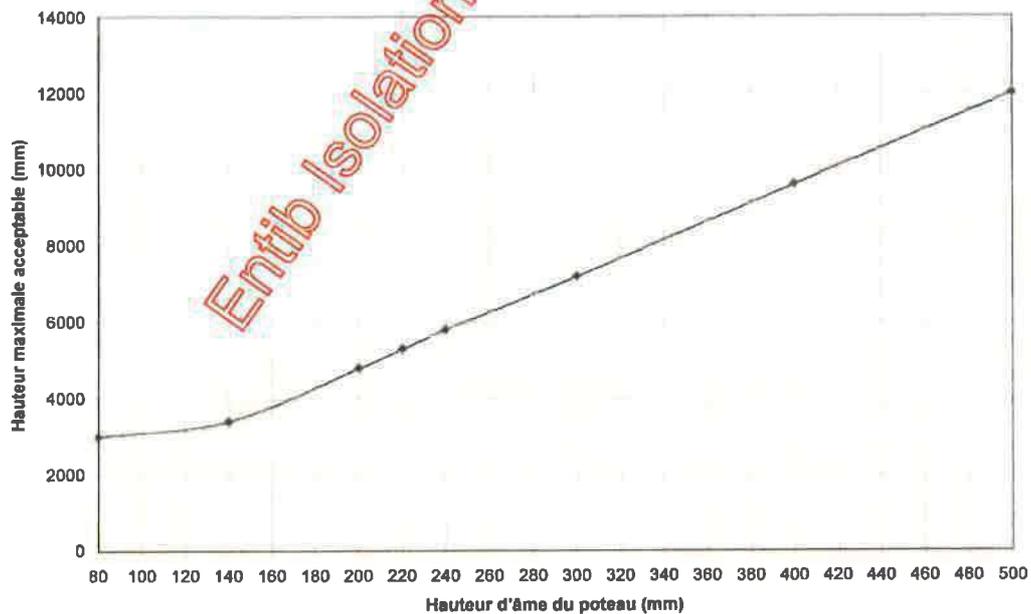


Figure n° 2 : hauteur maximale entre appui des poteaux métalliques placés côté feu

6. REPRESENTATIVITE DE L'ELEMENT

L'élément mis en œuvre dans les conditions décrites par le Laboratoire peut être considéré comme représentatif de la réalisation courante actuelle.

7. CONCLUSIONS

7.1. REFERENCE DU CLASSEMENT

Le présent classement a été réalisé conformément au paragraphe 7.5.2. de la norme NF EN 13501-2.

7.2. CLASSEMENT

L'élément est classé selon les combinaisons suivantes :

Epaisseur mini de Promaspray P-300 mise en œuvre (en mm)			Classement
si $R_{th}=1.25$	si $R_{th}=3.75$	si $R_{th}=4.5$	
20	20	20	EI 30
30	26	24	EI 60
40	32	29	EI 90
50	40	36	EI 120
65	55	50	EI 180

Aucun autre classement n'est autorisé.

8. CONDITIONS DE VALIDITE DES CLASSEMENTS DE RESISTANCE AU FEU

8.1. A LA FABRICATION ET A LA MISE EN ŒUVRE

L'élément et son montage doivent être conformes à la description détaillée figurant dans l'appréciation de laboratoire de référence.

Aucune modification dimensionnelle ne pourra être appliquée sur les côtes exprimées ci-dessus et aucune modification de constitution de l'élément ne pourra être faite sans la délivrance préalable d'une extension de classement ou d'un avis de chantier par le Laboratoire.

En cas de contestation sur l'élément faisant l'objet du présent procès-verbal, l'appréciation de laboratoire de référence pourra être demandée à son propriétaire, sans obligation de cession du document.

8.2. SENS DU FEU

Côté produit projeté uniquement.

Maizières-lès-Metz, le 24 février 2016



Renaud FAGNONI
Chargé d'Affaires



Renaud SCHILLINGER
Chef de Service Essais



FLOCAGE STRUCTURE ACIER



PROCES-VERBAL DE CARACTERISATION n° EFR-17-004172

Résistance au feu des éléments de construction selon l'arrêté du 14 mars 2011 modifiant l'arrêté du 22 mars 2004 du ministère de l'Intérieur

Durée de validité	Ce procès-verbal de caractérisation et ses éventuelles extensions sont valables jusqu'au 08 février 2023 .
Document de référence	<ul style="list-style-type: none">▪ Appréciation de laboratoire EFR-17-004172
Concernant	Protection de structures en acier par le produit projeté PROMASPRAY-P300 <ul style="list-style-type: none">▪ Facteurs de massivité des profilés : 66 à 495 m⁻¹▪ Epaisseurs de produit : 10 à 64 mm
Demandeur	PROMAT S.A.S 2 Rue Charles Edouard Jeanneret / CS 90129 F - 78306 POISSY CEDEX

1. DESCRIPTION SOMMAIRE ET MISE EN ŒUVRE DES ELEMENTS

1.1. PRÉPARATION DE SURFACE PRÉALABLE DES PROFILÉS

Les profilés acier sont protégés par un produit projeté à base de plâtre.

Les profilés peuvent être bruts de laminage ou préalablement peints avec un primaire anticorrosion.

1.2. NOMENCLATURE

Nom	Référence commerciale	Caractéristiques	Fournisseur
Produit projeté	PROMASPRAY-P300	$mv = 320 \text{ à } 432 \text{ kg/m}^3$ $e = 10 \text{ à } 64 \text{ mm}$	PROMAT S.A.S.
Primaire anticorrosion n° 1		Alkyde	
Primaire anticorrosion n° 2		Epoxy	
Primaire anticorrosion n° 3		Epoxy riche en zinc	
Primaire anticorrosion n° 4		Silicate de zinc	
Primaire anticorrosion n° 5		Galvanisation	
Top coat	PROMACOLORS		

$mv = \text{masse volumique apparente} / e = \text{épaisseur}$

1.3. APPLICATION DU PRODUIT PROTECTION

1.3.1. Profilés acier

Le produit projeté PROMASPRAY-P300 peut être appliqué directement sur des profilés de type :

- I ou H présentant un facteur de massivité compris entre 66 et 495 m^{-1} ;
- creux, rectangulaire ou circulaire, en déterminant l'épaisseur minimale de protection (dp) à partir des abaques issus de la caractérisation et en la corrigeant à partir des formules suivantes selon le facteur de massivité du profilé à protéger :

Si $A_p/V \leq 250 \text{ m}^{-1}$	Si $A_p/V > 250 \text{ m}^{-1}$
Epaisseur modifiée = $dp \left(1 + \frac{A_p/V}{1000} \right)$	Epaisseur modifiée = 1,25 dp

- de type cornières, profilés en U et tronçons en T pour le même facteur de massivité, qu'ils soient utilisés individuellement ou en entretoisement.

1.3.2. Préparation préalable de surface des profilés acier

Le produit projeté PROMASPRAY-P300 peut être indistinctement appliqué sur des profilés acier ayant subi les préparations de surface suivantes :

- Sans préparation préalable : profilés bruts de laminage ou galvanisés à chaud ($75 \mu\text{m}$) ;
- Avec préparation préalable : profilés peints avec un primaire anticorrosion.

Les primaires anticorrosion utilisables sont les suivants :

Primaire	Type	Famille chimique	Epaisseur moyenne applicable ** (μm)
1	Alkyde	Famille I - Classe 4a	80
2	Epoxy	Famille I - Classe 6b/7a1	100
3	Epoxy riche en zinc	Famille I - Classe 6b	140
4	Silicate de zinc	Famille I - Classe 10b2	150

* : Selon la norme to NFT 36005

** : DFT (Dry Film Thickness – Epaisseur de film sec)

1.3.3. Application du produit de protection

1.3.3.1. Application à la machine

Aucune préparation particulière n'est à réaliser sur les profilés acier à protéger avant application du produit projeté PROMASPRAY P300.

Cependant, ils doivent être propres et exempts de poussières, huile et graisse.

Le produit de protection PROMASPRAY-P300 est projeté directement sur les profilés acier, en suivant leurs contours apparents.

Il est appliqué avec une machine à projeter, en une ou plusieurs passes successives, d'épaisseur maximum 20 mm, jusqu'à atteindre l'épaisseur souhaitée avec délai d'attente d'environ 12h entre deux passes.

Pendant l'application, l'épaisseur de produit de protection est régulièrement contrôlée avec une pique d'épaisseur.

Une fois l'épaisseur souhaitée atteinte, il est laissé à sécher sans aucune action de finition.

Avec une machine à pré-mélange type SP 11 (PUTZMEISTER) ou similaire, chaque sac de PROMASPRAY P300 est mélangé avec de l'eau, à raison de 32 à 36 L pour 20 kg de produit. Le temps de mélange est d'environ 3 minutes.

Avec une machine de projection à colonne, type G4 (PFT) ou similaire, le débit d'eau est réglé entre 300 et 450 L/h.

1.3.3.2. Caractéristiques du produit de protection

- **Masses volumiques après stabilisation hygrométrique :**

Mode d'application	Epaisseurs appliquées (mm)	Masse volumique moyenne (kg/m^3)
Machine	10 à 64	376 ± 56

- **Teneur en eau après étuvage à 55°C :**

Mode d'application	Epaisseurs appliquées (mm)	Teneur en eau (% du poids sec)
Machine	10 à 64	2,62

1.3.3.3. Epaisseurs applicables

Epaisseurs applicables : 10 à 61 mm pour les poteaux
: 11 à 64 mm pour les poutres

1.3.4. Application d'un top coat

La mise en œuvre éventuelle d'un top coat de référence PROMACOLOR® est autorisée sans modification des performances du produit de protection.

1.3.5. Cas particulier

L'épaisseur de produit déterminée doit être appliquée sur toute la surface du profilé métallique, y compris sur les tranches des semelles ou ailes des profilés.

2. REFERENCE ET PROVENANCE DES ÉLÉMENTS

Référence :	PROMASPRAY P300
Provenance :	PROMAT UK Ltd The Sterling Centre Eastern Road, Brackneil, Berkshire

3. REPRESENTATIVITE DES PRODUITS DE PROTECTION

L'échantillon soumis à l'essai est jugé représentatif de la fabrication courante actuelle du demandeur. Les conditions à respecter pour la mise en œuvre sont décrites dans le présent procès-verbal et sont conformes à celles observées lors de la mise en œuvre pour l'essai.

4. CONCLUSIONS

4.1. GÉNÉRALITÉS

Les résultats mentionnés aux paragraphes 4.2, 4.3 et 4.4 ci-après sont issus des résultats des essais ci-après :

- Essai réalisé à AFITI LICOF (Espagne), rapport d'essai 1533T08-3, le 4 juillet 2008 sur une poutre chargée IPE 400 et une poutre témoin non chargée IPE 400, protégées par l'épaisseur minimale de produit de protection.
- Essai réalisé à AFITI LICOF (Espagne), rapport d'essai 1533T08-3, le 8 juillet 2008 sur 14 poteaux non chargés, h = 1 m, protégés par les épaisseurs minimales et intermédiaires.
- Essai réalisé à Efectis France, rapport EFR-17-J-002607 A, le 6 février 2018 sur une poutre chargée IPE 400 et une poutre témoin non chargée IPE 400, protégées par l'épaisseur maximale de produit de protection et 3 poteaux non chargés h = 1 m, protégés par les épaisseurs maximales et intermédiaires.
- Essai réalisé à Efectis France, rapport EFR-17-J-002607 B, le 8 février 2018 sur 5 poteaux non chargés, h = 1 m, protégés par les épaisseurs maximales et intermédiaires.

4.2. RÉGRESSION NUMÉRIQUE

La méthode d'analyse pour évaluer les performances du système de protection est la méthode "Régression numérique" telle que mentionnée en annexe E.5 de la norme d'essai EN 13381-4.

La régression numérique suivie a été déterminée sur la base de l'équation ci-après, telle que précisée en annexe E.5 :

$$t = a_0 + a_1 \times d_p + a_2 \times \frac{d_p}{A_i/V} + a_3 \times g_{sc} + a_4 \times d_p \times g_{sc} + a_5 \times d_p \times \frac{g_{sc}}{A_i/V} + a_6 \times \frac{g_{sc}}{A_i/V} + a_7 \times \frac{1}{A_i/V} \text{ avec :}$$

- d_p : Epaisseur de produit de protection (mm)
- A_i/V : Facteur de massiveté du profilé acier (m^{-1})
- g_{sc} : Température d'acier standard du profilé ($^{\circ}C$)

Avec :

a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
-27,46534	1451,047802	-49383,3	0,011229	2,073473	377,6094	10,03484	-1324,69

4.3. EPAISSEURS MINIMALES REQUISES DE PROMASPRAY-P300

L'épaisseur minimale requise de produit de protection est déterminée en fonction :

- Du facteur de massiveté S/V (m^{-1}) des profils acier.
- De la température d'acier standard comprise entre 350 et 750 $^{\circ}C$.
- De la durée d'exposition au programme thermique conventionnel.

4.3.1. Epaisseur minimale requise pour justifier une performance R15

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Epaisseur minimale requise de produit de protection pour justifier R15 (mm)										
	Température d'acier standard (°C)										
	350	400	450	500	540	550	570	600	650	700	750
≤ 66	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
70	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
80	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
90	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
110	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
120	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
130	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
140	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
150	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
160	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
170	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
180	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
190	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
200	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
210	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
220	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
230	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
240	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
250	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
260	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
270	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
280	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
290	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
300	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
310	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
320	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
330	13	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
340	13	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
350	13	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
360	13	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
370	14	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10
380	14	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10
390	14	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10
400	14	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10
410	14	12	11	10	10	10	10	10	10	10	10
420	14	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10
430	14	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10
440	14	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10
450	14	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10
460	14	13	12	10	10	10	10	10	10	10	10
470	14	13	12	10	10	10	10	10	10	10	10
480	14	13	12	10	10	10	10	10	10	10	10
490	15	13	12	11	10	10	10	10	10	10	10
495	15	13	12	11	10	10	10	10	10	10	10

4.3.2. Epaisseur minimale requise pour justifier une performance R30

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Epaisseur minimale requise de produit de protection pour justifier R30 (mm)										
	Température d'acier standard (°C)										
	350	400	450	500	540	550	570	600	650	700	750
≤ 66	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
70	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
80	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
90	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
110	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
120	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
130	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
140	14	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
150	14	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
160	15	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
170	15	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10
180	16	13	11	10	10	10	10	10	10	10	10
190	16	14	12	10	10	10	10	10	10	10	10
200	16	14	12	10	10	10	10	10	10	10	10
210	17	15	13	11	10	10	10	10	10	10	10
220	17	15	13	11	10	10	10	10	10	10	10
230	17	15	13	12	10	10	10	10	10	10	10
240	18	15	14	12	11	10	10	10	10	10	10
250	18	16	14	12	11	11	10	10	10	10	10
260	18	16	14	12	11	11	10	10	10	10	10
270	18	16	14	13	12	11	11	10	10	10	10
280	18	16	15	13	12	12	11	10	10	10	10
290	19	17	15	13	12	12	11	10	10	10	10
300	19	17	15	13	12	12	11	11	10	10	10
310	19	17	15	14	12	12	12	11	10	10	10
320	19	17	15	14	13	12	12	11	10	10	10
330	19	17	16	14	13	13	12	11	10	10	10
340	19	17	16	14	13	13	12	11	10	10	10
350	20	18	16	14	13	13	12	12	11	10	10
360	20	18	16	14	13	13	13	12	11	10	10
370	20	18	16	15	13	13	13	12	11	10	10
380	20	18	16	15	14	13	13	12	11	10	10
390	20	18	16	15	14	14	13	12	11	10	10
400	20	18	17	15	14	14	13	12	11	10	10
410	20	18	17	15	14	14	13	13	11	10	10
420	20	18	17	15	14	14	13	13	12	11	10
430	20	19	17	15	14	14	14	13	12	11	10
440	21	19	17	15	14	14	14	13	12	11	10
450	21	19	17	16	15	14	14	13	12	11	10
460	21	19	17	16	15	14	14	13	12	11	10
470	21	19	17	16	15	14	14	13	12	11	10
480	21	19	17	16	15	15	14	13	12	11	10
490	21	19	17	16	15	15	14	13	12	11	10
495	21	19	17	16	15	15	14	14	12	11	10

4.3.3. Epaisseur minimale requise pour justifier une performance R60

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Epaisseur minimale requise de produit de protection pour justifier R60 (mm)										
	Température d'acier standard (°C)										
	350	400	450	500	540	550	570	600	650	700	750
≤ 66	15	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
70	16	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
80	17	14	11	10	10	10	10	10	10	10	10
90	19	16	13	10	10	10	10	10	10	10	10
100	21	17	14	12	10	10	10	10	10	10	10
110	22	18	15	13	11	11	10	10	10	10	10
120	23	19	16	14	12	12	11	10	10	10	10
130	24	20	17	15	13	13	12	11	10	10	10
140	25	21	18	16	14	14	13	12	10	10	10
150	25	22	19	17	15	15	14	13	11	10	10
160	26	23	20	17	16	15	15	14	12	10	10
170	27	23	21	18	16	16	15	14	13	11	10
180	27	24	21	19	17	17	16	15	13	12	10
190	28	24	22	19	18	17	17	15	14	12	11
200	28	25	22	20	18	18	17	16	14	13	12
210	28	25	23	20	19	18	18	16	15	13	12
220	29	26	23	21	19	19	18	17	15	14	12
230	29	26	24	21	20	19	18	17	16	14	13
240	30	27	24	22	20	20	19	18	16	15	13
250	30	27	24	22	21	20	19	18	17	15	14
260	30	27	25	22	21	20	20	19	17	15	14
270	30	27	25	23	21	21	20	19	17	16	14
280	31	28	25	23	21	21	20	19	18	16	15
290	31	28	26	23	22	21	21	20	18	16	15
300	31	28	26	24	22	22	21	20	18	17	15
310	31	28	26	24	22	22	21	20	18	17	16
320	31	29	26	24	22	22	21	20	19	17	16
330	32	29	26	24	23	22	22	21	19	18	16
340	32	29	27	24	23	23	22	21	19	18	16
350	32	29	27	25	23	23	22	21	19	18	17
360	32	29	27	25	23	23	22	21	20	18	17
370	32	30	27	25	24	23	22	21	20	18	17
380	32	30	27	25	24	23	23	22	20	19	17
390	33	30	28	25	24	24	23	22	20	19	18
400	33	30	28	26	24	24	23	22	20	19	18
410	33	30	28	26	24	24	23	22	21	19	18
420	33	30	28	26	24	24	23	22	21	19	18
430	33	30	28	26	25	24	23	22	21	20	18
440	33	31	28	26	25	24	24	23	21	20	18
450	33	31	28	26	25	24	24	23	21	20	19
460	33	31	29	26	25	25	24	23	21	20	19
470	34	31	29	27	25	25	24	23	21	20	19
480	34	31	29	27	25	25	24	23	22	20	19
490	34	31	29	27	25	25	24	23	22	20	19
495	34	31	29	27	25	25	24	23	22	20	19

4.3.4. Epaisseur minimale requise pour justifier une performance R90

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Epaisseur minimale requise de produit de protection pour justifier R90 (mm)										
	Température d'acier standard (°C)										
	350	400	450	500	540	550	570	600	650	700	750
≤ 66	23	19	15	12	10	10	10	10	10	10	10
70	24	20	16	13	11	11	10	10	10	10	10
80	27	22	19	16	13	13	12	11	10	10	10
90	29	24	21	18	15	15	14	13	11	10	10
100	31	26	22	19	17	17	16	14	12	10	10
110	32	28	24	21	19	18	17	16	14	12	10
120	33	29	25	22	20	20	19	17	15	13	12
130	34	30	27	23	21	21	20	18	16	14	13
140	35	31	28	25	22	22	21	19	17	16	14
150	36	32	29	26	23	23	22	20	18	17	15
160	37	33	29	26	24	24	23	21	19	17	16
170	38	34	30	27	25	25	24	22	20	18	17
180	38	34	31	28	26	25	24	23	21	19	17
190	39	35	32	29	27	26	25	24	22	20	18
200	40	36	32	29	27	27	26	24	22	20	19
210	40	36	33	30	28	27	26	25	23	21	19
220	41	37	33	30	28	28	27	26	23	22	20
230	41	37	34	31	29	28	27	26	24	22	20
240	41	38	34	31	29	29	28	27	24	23	21
250	42	38	35	32	30	29	28	27	25	23	21
260	42	38	35	32	30	30	29	27	25	24	22
270	42	39	36	33	31	30	29	28	26	24	22
280	43	39	36	33	31	31	30	28	26	24	23
290	43	39	36	33	31	31	30	29	27	25	23
300	43	40	37	34	32	31	30	29	27	25	23
310	44	40	37	34	32	32	31	29	27	25	24
320	44	40	37	34	32	32	31	30	28	26	24
330	44	40	37	35	33	32	31	30	28	26	24
340	44	41	38	35	33	32	31	30	28	26	25
350	44	41	38	35	33	33	32	30	28	27	25
360	45	41	38	35	33	33	32	31	29	27	25
370	45	41	38	36	34	33	32	31	29	27	25
380	45	42	39	36	34	33	32	31	29	27	26
390	45	42	39	36	34	34	33	31	29	28	26
400	45	42	39	36	34	34	33	32	30	28	26
410	45	42	39	36	34	34	33	32	30	28	26
420	46	42	39	37	35	34	33	32	30	28	26
430	46	42	39	37	35	34	33	32	30	28	27
440	46	43	40	37	35	34	34	32	30	29	27
450	46	43	40	37	35	35	34	32	30	29	27
460	46	43	40	37	35	35	34	33	31	29	27
470	46	43	40	37	35	35	34	33	31	29	27
480	46	43	40	37	36	35	34	33	31	29	28
490	46	43	40	38	36	35	34	33	31	29	28
495	47	43	40	38	36	35	34	33	31	29	28

4.3.5. Epaisseur minimale requise pour justifier une performance R120

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Epaisseur minimale requise de produit de protection pour justifier R120 (mm)										
	Température d'acier standard (°C)										
	350	400	450	500	540	550	570	600	650	700	750
≤ 66	32	27	22	19	16	16	14	13	11	10	10
70	33	28	24	20	17	17	16	14	12	10	10
80	36	31	26	23	20	19	18	17	14	12	10
90	39	33	29	25	22	22	21	19	17	14	13
100	40	35	31	27	24	24	23	21	19	16	14
110	42	37	33	29	26	26	24	23	20	18	16
120	44	39	34	30	28	27	26	24	22	20	18
130	45	40	36	32	29	29	27	26	23	21	19
140	46	41	37	33	31	30	29	27	25	22	20
150	47	42	38	34	32	31	30	28	26	23	21
160	48	43	39	35	33	32	31	29	27	24	22
170	49	44	40	36	34	33	32	30	28	25	23
180	50	45	41	37	35	34	33	31	29	26	24
190	51	46	42	38	35	35	34	32	29	27	25
200	51	46	42	39	36	36	34	33	30	28	26
210	52	47	43	39	37	36	35	33	31	29	27
220	52	48	44	40	38	37	36	34	32	29	27
230	53	48	44	41	38	38	36	35	32	30	28
240	53	49	45	41	38	38	37	35	33	31	28
250	54	49	45	42	39	39	37	36	33	31	29
260	54	50	46	42	40	39	38	36	34	32	29
270	55	50	46	43	40	40	38	37	34	32	30
280	55	50	47	43	41	40	39	37	35	32	30
290	55	51	47	43	41	40	39	38	35	33	31
300	56	51	47	44	41	41	40	38	36	33	31
310	56	51	48	44	42	41	40	38	36	34	32
320	56	52	48	45	42	42	40	39	36	34	32
330	56	52	48	45	42	42	41	39	37	34	32
340	57	52	49	45	43	42	41	39	37	35	33
350	57	53	49	45	43	42	41	40	37	35	33
360	57	53	49	46	43	43	42	40	38	35	33
370	57	53	49	46	44	43	42	40	38	36	34
380	58	53	50	46	44	43	42	41	38	36	34
390	58	54	50	47	44	44	42	41	38	36	34
400	58	54	50	47	44	44	43	41	39	36	34
410	58	54	50	47	45	44	43	41	39	37	35
420	58	54	50	47	45	44	43	42	39	37	35
430	58	54	51	47	45	44	43	42	39	37	35
440	59	54	51	48	45	45	44	42	40	37	35
450	59	55	51	48	45	45	44	42	40	38	36
460	59	55	51	48	46	45	44	42	40	38	36
470	59	55	51	48	46	45	44	43	40	38	36
480	59	55	52	48	46	45	44	43	40	38	36
490	59	55	52	48	46	46	44	43	41	38	36
495	59	55	52	49	46	46	45	43	41	38	36

4.3.6. Epaisseur minimale requise pour justifier une performance R180

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Epaisseur minimale requise de produit de protection pour justifier R180 (mm)										
	Température d'acier standard (°C)										
	350	400	450	500	540	550	570	600	650	700	750
≤ 66	50	42	37	32	28	28	26	24	21	18	16
70	51	44	38	33	30	29	28	26	22	20	17
80	55	48	42	37	33	33	31	29	26	23	20
90	58	51	45	40	36	36	34	32	29	26	23
100	60	53	48	42	39	38	37	34	31	28	26
110	63	56	50	45	41	40	39	37	33	30	28
120	/	58	52	47	43	43	41	39	35	32	30
130	/	60	54	49	45	44	43	41	37	34	31
140	/	61	55	50	47	46	44	42	39	36	33
150	/	63	57	52	48	48	46	44	40	37	35
160	/	64	58	53	50	49	47	45	42	39	36
170	/	/	59	54	51	50	49	46	43	40	37
180	/	/	60	56	52	51	50	47	44	41	38
190	/	/	61	57	53	52	51	49	45	42	39
200	/	/	62	58	54	53	52	49	46	43	40
210	/	/	63	58	55	54	53	50	47	44	41
220	/	/	/	59	56	55	53	51	48	45	42
230	/	/	/	60	57	56	54	52	49	46	43
240	/	/	/	61	57	57	55	53	49	46	44
250	/	/	/	61	58	57	56	53	50	47	44
260	/	/	/	62	59	58	56	54	51	48	45
270	/	/	/	63	59	58	57	55	51	48	45
280	/	/	/	63	60	59	57	55	52	49	46
290	/	/	/	64	60	60	58	56	52	49	47
300	/	/	/	/	61	60	59	56	53	50	47
310	/	/	/	/	61	61	59	57	53	50	48
320	/	/	/	/	62	61	59	57	54	51	48
330	/	/	/	/	62	61	60	58	54	51	49
340	/	/	/	/	63	62	60	58	55	52	49
350	/	/	/	/	63	62	61	59	55	52	49
360	/	/	/	/	63	63	61	59	56	53	50
370	/	/	/	/	64	63	61	59	56	53	50
380	/	/	/	/	64	63	62	60	56	53	50
390	/	/	/	/	/	64	62	60	57	54	51
400	/	/	/	/	/	64	62	60	57	54	51
410	/	/	/	/	/	/	63	61	57	54	51
420	/	/	/	/	/	/	63	61	58	54	52
430	/	/	/	/	/	/	63	61	58	55	52
440	/	/	/	/	/	/	63	61	58	55	52
450	/	/	/	/	/	/	64	62	58	55	53
460	/	/	/	/	/	/	64	62	59	56	53
470	/	/	/	/	/	/	/	62	59	56	53
480	/	/	/	/	/	/	/	62	59	56	53
490	/	/	/	/	/	/	/	63	59	56	54
495	/	/	/	/	/	/	/	63	59	56	54

/ : non applicable

4.3.7. Epaisseur minimale requise pour justifier une performance R240

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Epaisseur minimale requise de produit de protection pour justifier R240 (mm)										
	Température d'acier standard (°C)										
	350	400	450	500	540	550	570	600	650	700	750
≤ 66	/	58	51	45	41	40	38	35	31	28	25
70	/	60	53	47	42	41	40	37	33	30	27
80	/	/	57	51	47	46	44	41	37	34	31
90	/	/	61	55	50	49	47	45	41	37	34
100	/	/	/	58	54	53	51	48	44	40	37
110	/	/	/	61	56	55	53	51	46	43	39
120	/	/	/	63	59	58	56	53	49	45	42
130	/	/	/	/	61	60	58	55	51	47	44
140	/	/	/	/	63	62	60	57	53	49	46
150	/	/	/	/	/	64	62	59	55	51	48
160	/	/	/	/	/	/	64	61	57	53	49
170	/	/	/	/	/	/	/	62	58	54	51
180	/	/	/	/	/	/	/	64	59	56	52
190	/	/	/	/	/	/	/	/	61	57	53
200	/	/	/	/	/	/	/	/	62	58	55
210	/	/	/	/	/	/	/	/	63	59	56
220	/	/	/	/	/	/	/	/	/	60	57
230	/	/	/	/	/	/	/	/	/	61	58
240	/	/	/	/	/	/	/	/	/	62	59
250	/	/	/	/	/	/	/	/	/	63	59
260	/	/	/	/	/	/	/	/	/	64	60
270	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	61
280	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	62
290	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	62
300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	63
310	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	64

/ : non applicable

4.4. TEMPERATURES DES PROFILS ACIER

La température de l'acier est déterminée en fonction :

- Du facteur de massiveté S/V (m⁻¹) des profils acier.
- De l'épaisseur appliquée de produit de protection (mm).
- De la durée d'exposition au programme thermique conventionnel.

4.4.1. Températures d'acier après 15 minutes d'exposition sous le programme thermique conventionnel

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Température d'acier après 15 minutes sous le programme thermique EN 1363-1 (°C)						
	Epaisseur de produit de protection (mm)						
	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	64 mm
66	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*
80	*	*	*	*	*	*	*
90	*	*	*	*	*	*	*
100	*	*	*	*	*	*	*
110	*	*	*	*	*	*	*
120	*	*	*	*	*	*	*
130	*	*	*	*	*	*	*
140	*	*	*	*	*	*	*
150	*	*	*	*	*	*	*
160	*	*	*	*	*	*	*
170	341	*	*	*	*	*	*
180	350	*	*	*	*	*	*
190	359	*	*	*	*	*	*
200	367	*	*	*	*	*	*
210	375	*	*	*	*	*	*
220	382	*	*	*	*	*	*
230	390	*	*	*	*	*	*
240	397	*	*	*	*	*	*
250	404	*	*	*	*	*	*
260	411	*	*	*	*	*	*
270	417	*	*	*	*	*	*
280	424	*	*	*	*	*	*
290	430	*	*	*	*	*	*
300	436	*	*	*	*	*	*
310	442	*	*	*	*	*	*
320	448	*	*	*	*	*	*
330	453	*	*	*	*	*	*
340	459	*	*	*	*	*	*
350	464	*	*	*	*	*	*
360	469	*	*	*	*	*	*
370	474	*	*	*	*	*	*
380	479	*	*	*	*	*	*
390	484	*	*	*	*	*	*
400	489	*	*	*	*	*	*
410	493	*	*	*	*	*	*
420	498	*	*	*	*	*	*
430	502	*	*	*	*	*	*
440	507	*	*	*	*	*	*
450	511	*	*	*	*	*	*
460	515	*	*	*	*	*	*
470	519	*	*	*	*	*	*
480	523	*	*	*	*	*	*
490	526	*	*	*	*	*	*
495	528	*	*	*	*	*	*

* : T° < 340°C

Voir planche n° 1.

4.4.2. Températures d'acier après 30 minutes d'exposition sous le programme thermique conventionnel

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Température d'acier après 30 minutes sous le programme thermique EN 1363-1 (°C)						
	Epaisseur de produit de protection (mm)						
	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	64 mm
66	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*
80	*	*	*	*	*	*	*
90	341	*	*	*	*	*	*
100	359	*	*	*	*	*	*
110	378	*	*	*	*	*	*
120	395	*	*	*	*	*	*
130	412	*	*	*	*	*	*
140	428	*	*	*	*	*	*
150	444	*	*	*	*	*	*
160	459	*	*	*	*	*	*
170	474	*	*	*	*	*	*
180	488	*	*	*	*	*	*
190	502	*	*	*	*	*	*
200	515	*	*	*	*	*	*
210	528	*	*	*	*	*	*
220	541	*	*	*	*	*	*
230	553	*	*	*	*	*	*
240	565	*	*	*	*	*	*
250	576	*	*	*	*	*	*
260	587	*	*	*	*	*	*
270	598	*	*	*	*	*	*
280	608	*	*	*	*	*	*
290	619	*	*	*	*	*	*
300	628	*	*	*	*	*	*
310	638	*	*	*	*	*	*
320	647	*	*	*	*	*	*
330	657	*	*	*	*	*	*
340	665	*	*	*	*	*	*
350	674	340	*	*	*	*	*
360	683	343	*	*	*	*	*
370	691	346	*	*	*	*	*
380	699	349	*	*	*	*	*
390	707	351	*	*	*	*	*
400	714	354	*	*	*	*	*
410	722	357	*	*	*	*	*
420	729	359	*	*	*	*	*
430	736	361	*	*	*	*	*
440	743	364	*	*	*	*	*
450	/	366	*	*	*	*	*
460	/	368	*	*	*	*	*
470	/	370	*	*	*	*	*
480	/	372	*	*	*	*	*
490	/	374	*	*	*	*	*
495	/	375	*	*	*	*	*

* : T° < 340°C ---- / : non applicable

Voir planche n° 2.

4.4.3. Températures d'acier après 60 minutes d'exposition sous le programme thermique conventionnel

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Température d'acier après 60 minutes sous le programme thermique EN 1363-1 (°C)						
	Epaisseur de produit de protection (mm)						
	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	64 mm
66	417	*	*	*	*	*	*
70	432	*	*	*	*	*	*
80	468	*	*	*	*	*	*
90	502	*	*	*	*	*	*
100	536	357	*	*	*	*	*
110	568	374	*	*	*	*	*
120	599	390	*	*	*	*	*
130	629	406	*	*	*	*	*
140	658	420	*	*	*	*	*
150	686	435	*	*	*	*	*
160	713	448	*	*	*	*	*
170	739	461	*	*	*	*	*
180	/	474	*	*	*	*	*
190	/	486	*	*	*	*	*
200	/	498	*	*	*	*	*
210	/	509	*	*	*	*	*
220	/	520	*	*	*	*	*
230	/	530	*	*	*	*	*
240	/	540	342	*	*	*	*
250	/	550	347	*	*	*	*
260	/	560	352	*	*	*	*
270	/	569	356	*	*	*	*
280	/	577	360	*	*	*	*
290	/	586	364	*	*	*	*
300	/	594	368	*	*	*	*
310	/	603	372	*	*	*	*
320	/	610	376	*	*	*	*
330	/	618	380	*	*	*	*
340	/	625	383	*	*	*	*
350	/	632	386	*	*	*	*
360	/	639	390	*	*	*	*
370	/	645	393	*	*	*	*
380	/	652	396	*	*	*	*
390	/	658	399	*	*	*	*
400	/	664	402	*	*	*	*
410	/	670	404	*	*	*	*
420	/	676	407	*	*	*	*
430	/	682	410	*	*	*	*
440	/	687	412	*	*	*	*
450	/	693	415	*	*	*	*
460	/	698	417	*	*	*	*
470	/	703	420	*	*	*	*
480	/	708	422	*	*	*	*
490	/	713	424	*	*	*	*
495	/	715	425	*	*	*	*

* : T° < 340°C ---- / : non applicable

Voir planche n° 3.

4.4.4. Températures d'acier après 90 minutes d'exposition sous le programme thermique conventionnel

Facteur de massiveté (m ⁻¹)	Température d'acier après 90 minutes sous le programme thermique EN 1363-1 (°C)						
	Epaisseur de produit de protection (mm)						
	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	64 mm
66	541	387	*	*	*	*	*
70	562	400	*	*	*	*	*
80	614	431	*	*	*	*	*
90	664	460	*	*	*	*	*
100	712	488	355	*	*	*	*
110	/	515	372	*	*	*	*
120	/	541	387	*	*	*	*
130	/	565	402	*	*	*	*
140	/	589	416	*	*	*	*
150	/	611	429	*	*	*	*
160	/	633	442	*	*	*	*
170	/	654	454	*	*	*	*
180	/	673	466	*	*	*	*
190	/	693	477	*	*	*	*
200	/	711	488	445	*	*	*
210	/	729	498	351	*	*	*
220	/	746	508	357	*	*	*
230	/	/	518	363	*	*	*
240	/	/	527	368	*	*	*
250	/	/	536	373	*	*	*
260	/	/	545	378	*	*	*
270	/	/	553	383	*	*	*
280	/	/	561	387	*	*	*
290	/	/	568	391	*	*	*
300	/	/	576	396	*	*	*
310	/	/	583	400	*	*	*
320	/	/	590	404	*	*	*
330	/	/	597	408	*	*	*
340	/	/	603	411	*	*	*
350	/	/	609	415	*	*	*
360	/	/	616	418	*	*	*
370	/	/	621	422	*	*	*
380	/	/	627	425	*	*	*
390	/	/	633	428	*	*	*
400	/	/	638	431	*	*	*
410	/	/	643	434	*	*	*
420	/	/	649	437	*	*	*
430	/	/	654	440	*	*	*
440	/	/	658	442	*	*	*
450	/	/	663	445	*	*	*
460	/	/	668	448	*	*	*
470	/	/	672	450	*	*	*
480	/	/	676	452	*	*	*
490	/	/	681	455	*	*	*
495	/	/	683	456	*	*	*

* : T° < 340°C ---- / : non applicable

Voir planche n° 4.