

## 4. Sheets FRP (laminés/tissus) pour la pose manuelle

Les Sheets S&P (laminés ou tissus) peuvent être mis en œuvre secs ou humides, voire comme Prepreg préimprégnés. Le rôle de la matrice est de permettre la transmission des efforts d'une fibre à l'autre ou au support renforcé. Pour le dimensionnement, seule la section théorique des fibres ainsi que leurs caractéristiques mécaniques sont prises en considération. L'épaisseur théorique d'un laminé ou d'un tissu est déterminée comme suit:

Coupe transversale d'un Sheet FRP



$$\text{Épaisseur théorique} = \frac{\text{Poids des fibres dans la direction renforcée}}{\text{Densité des fibres}}$$

La disposition des fibres n'est pas toujours optimale lors d'une pose à la main. Elles peuvent être endommagées lors de l'application manuelle. Pour ces raisons il y a lieu de tenir compte d'un facteur de réduction ( $\gamma$ ) d'environnement.

**Facteur de réduction ( $\gamma$ ) environnemental recommandé:**

<b>laminé S&amp;P C (disposition tendue des fibres)</b>	<b><math>\gamma = 1.1 - 1.2</math></b>
<b>laminé S&amp;P A (disposition tendue des fibres)</b>	<b><math>\gamma = 1.2 - 1.4</math></b>
<b>tissu S&amp;P G (disposition en forme de vague des fibres)</b>	<b><math>\gamma = 1.5 - 1.8</math></b>

Les caractéristiques théoriques des Sheets S&P pour une pose à la main sont présentées dans une fiche technique semblable à celle présentée ci-après.

#### 4.1 A-Sheet S&P 120

Laminé de fibre d'aramide pour application sèche et trempée

<b>Caractéristiques techniques des fibres (unidirectionnel)</b>	<b>290 g/m<sup>2</sup></b>
Module d'élasticité (kN/mm <sup>2</sup> )	120
Résistance à la traction (N/mm <sup>2</sup> )	2900
<b>Poids des fibres (g/m<sup>2</sup>) (sens principal)</b>	<b>290</b>
Masse au m <sup>2</sup> Sheet (g/m <sup>2</sup> )	320
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1.45
Allongement à la rupture (%)	2.5
Epaisseur de dimensionnement (poids des fibres/densité) (mm)	0.20
Section théorique de dimensionnement, largeur de 1000 mm (mm <sup>2</sup> )	200
Facteur de réduction pour dimensionnement (laminage manuel / tissu)	1.3 (recommandation S&P)
<b>Effort de traction à la rupture largeur 1000 mm (kN)</b>	$\frac{200 \times 2900}{1.3} = \underline{\underline{446.2}}$
Livraison en rouleaux: (Rouleaux spéciaux sur demande)	Largeur: 300 mm Longueur: 150 m
Domaine d'application:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• protection contre l'impact</li> <li>• protection contre l'explosion</li> </ul>

## 4.2 Bandes S&P A

Bandes en fibre d'aramide **pour des confinements (précontraints) actifs**

<b>Caractéristiques techniques des fibres (unidirectionnel)</b>	<b>Bandes S&amp;P A</b>
Module d'élasticité (non retourné) (kN/mm <sup>2</sup> )	120
Résistance à la traction (N/mm <sup>2</sup> )	2900
Poids des fibres sens principal (g/m <sup>2</sup> )	15 Bandes à 19.3 g = 290
Force de précontrainte recommandée pour 15 bandes de 1000 mm d'hauteur d'appui ( $\epsilon \sim 1.0-1.2\%$ ) (kN)	200
<b>Effort de traction à la rupture largeur 1000 mm (15 bandes) (kN)</b>	<b>580</b>
Livraison en rouleaux:	Largeur: 30 mm Longueur: 50 m
Domaine d'application:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confinement actif</li> <li>• Renforcement sismique d'éléments de soutien</li> <li>• Application spéciales</li> </ul>

### 4.3 C-Sheet S&P 240

Laminé de fibre de carbone pour application sèche et trempée

Caractéristiques techniques des fibres (unidirectionnel)	200 g/m <sup>2</sup>	300 g/m <sup>2</sup>	400 g/m <sup>2</sup>
Module d'élasticité (kN/mm <sup>2</sup> )	240	240	240
Résistance à la traction (N/mm <sup>2</sup> )	3800	3800	3800
<b>Poids des fibres (g/m<sup>2</sup>) (sens principal)</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>400</b>
Masse au m <sup>2</sup> Sheet (g/m <sup>2</sup> )	230	330	430
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1.7	1.7	1.7
Allongement à la rupture (%)	1.55	1.55	1.55
Epaisseur de dimensionnement (poids des fibres/densité) (mm)	0.117	0.176	0.234
Section théorique de dimensionnement, largeur de 1000 mm (mm <sup>2</sup> )	117	176	234
Facteur de réduction pour dimensionnement (laminage manuel / tissu)	1.2 (recommandation S&P)	1.2 (recommandation S&P)	1.2 (recommandation S&P)
Effort de traction à la rupture largeur 1000 mm (kN)	$\frac{117 \times 3800}{1.2} = \underline{\underline{370.5}}$	$\frac{176 \times 3800}{1.2} = \underline{\underline{557.3}}$	$\frac{234 \times 3800}{1.2} = \underline{\underline{744.0}}$
<b>Résistance à la traction de dimensionnement avec <math>\epsilon = 0.6\%</math>, largeur 1000 mm (kN)</b>	<b>140</b>	<b>211</b>	<b>282</b>
Livraison en rouleaux: (Rouleaux spéciaux sur demande)	Largeur: 300 ou 600 mm Longueur: 150 m	Largeur: 300 ou 600 mm Longueur: 150 m	Largeur: 300 ou 600 mm Longueur: 100 m
Domaine d'application:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement en flexion avec des degrés de renforcement bas respectivement avec des supports portants avec une résistance propre à la traction basse</li> <li>• Confinement de colonnes (augmentation de la charge)</li> <li>• Armature de cisaillement pour colonnes</li> </ul>		

**Remarque:** D'autres poids surfaciques sont disponibles sur demande.

#### 4.4 C-Sheet S&P 640

Laminé de fibre de carbone **pour application sèche et trempée**

<b>Caractéristiques techniques des fibres (unidirectionnel)</b>	<b>400 g/m<sup>2</sup></b>
Module d'élasticité (kN/mm <sup>2</sup> )	640
Résistance à la traction (N/mm <sup>2</sup> )	2650
<b>Poids des fibres (g/m<sup>2</sup>) (sens principal)</b>	<b>400</b>
Masse au m <sup>2</sup> Sheet (g/m <sup>2</sup> )	430
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2.1
Allongement à la rupture (%)	0.4
Epaisseur de dimensionnement (poids des fibres/densité) (mm)	0.190
Section théorique de dimensionnement, largeur de 1000 mm (mm <sup>2</sup> )	190
Facteur de réduction pour dimensionnement (laminage manuel / tissu)	1.2 (recommandation S&P)
Effort de traction à la rupture largeur 1000 mm (kN)	$\frac{190 \times 2650}{1.2} = \underline{\underline{419.6}}$
<b>Résistance à la traction largeur 1000 mm avec 0.2 % ε pour dimensionnement (kN)</b>	<b>203</b>
Livraison en rouleaux: (Rouleaux spéciaux sur demande)	Largeur: 300 mm Longueur: 50 m
Domaine d'application:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcement au cisaillement externe</li> <li>• Ancrage final des lamelles S&amp;P CFK</li> </ul>

## 4.5 G-Sheet S&P E 50/50, G-Sheet S&P AR 50/50

### Tissu en fibres de verre E ou AR pour application sèche

Caractéristiques techniques des fibres (sens longitudinal et transversal)	Verre E	Verre AR
Module d'élasticité (kN/mm <sup>2</sup> )	73	65
Résistance à la traction (filament non travaillé) (N/mm <sup>2</sup> )	3400	3000
<b>Masse au m<sup>2</sup> Sheet (totale 350 g/m<sup>2</sup>) (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>175</b> dans les deux sens	<b>175</b> dans les deux sens
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.68
Allongement à la rupture (%)	4.5	4.3
Epaisseur de dimensionnement poids des fibres/densité (mm)	0.067	0.065
Section théorique de dimensionnement largeur de 1000 mm (mm <sup>2</sup> )	67 (section de fibre par sens)	65 (section de fibre par sens)
Facteur de réduction pour dimensionnement (laminage manuel / tissu)	1.4 (recommandation S&P)	1.4 (recommandation S&P)
<b>Effort de traction à la rupture largeur 1000 mm (kN)</b>	$\frac{67 \times 3400}{1.4} = \underline{\underline{162.7}}$ par sens	$\frac{65 \times 3000}{1.4} = \underline{\underline{139.3}}$ par sens
Livraison en rouleaux: (Rouleaux spéciaux sur demande)	Largeur: 670 mm Longueur: 50 m	
Domaine d'application:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protection contre l'explosion</li> <li>• Renforcement de maçonneries ou de substance historique</li> <li>• Renforcement sismique</li> </ul>	

#### 4.6 G-Sheet S&P E 90/10 A, G-Sheet S&P AR 90/10 A

Tissu en fibres de verre E ou AR pour application sèche

Caractéristiques techniques des fibres (sens longitudinal)	Verre E	Verre AR
Module d'élasticité (kN/mm <sup>2</sup> )	73	65
Résistance à la traction (filament non travaillé) (N/mm <sup>2</sup> )	3400	3000
<b>Masse au m<sup>2</sup> Sheet (total 440 g/m<sup>2</sup>) (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>400</b> sens longitudinal	<b>400</b> sens longitudinal
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.68
Allongement à la rupture en (%)	4.5	4.3
Epaisseur de dimensionnement poids des fibres/densité (mm)	0.154	0.149
Section théorique de dimensionnement largeur 1000 mm (mm <sup>2</sup> )	154 (section de fibre en direction longitudinale)	149 (section de fibre en direction longitudinale)
Facteur de réduction pour dimensionnement (laminage manuel / tissu)	1.4 (recommandation S&P)	1.4 (recommandation S&P)
<b>Effort de traction à la rupture largeur 1000 mm (kN)</b>	$\frac{154 \times 3400}{1.4} = \underline{\underline{374.0}}$ sens longitudinal	$\frac{149 \times 3000}{1.4} = \underline{\underline{319.3}}$ sens longitudinal
Sens transversal:	• 10% de fibres identiques s'étendent en sens transversal	
Livraison en rouleaux: (Rouleaux spéciaux sur demande)	Largeur: 670 mm Longueur: 50 m	
Domaine d'application:	• Renforcement sismique ultérieur d'éléments d'appui en procédé sec	

#### 4.7 G-Sheet S&P E 90/10 B, G-Sheet S&P AR 90/10 B

Tissu en fibres de verre E ou AR pour application trempée

Caractéristiques techniques des fibres (sens longitudinal)	Verre E	Verre AR
Module d'élasticité (kN/mm <sup>2</sup> )	73	65
Résistance à la traction (filament non travaillé) (N/mm <sup>2</sup> )	3400	3000
<b>Masse au m<sup>2</sup> Sheet (total 880 g/m<sup>2</sup>) (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>800</b> sens longitudinal	<b>800</b> sens longitudinal
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.68
Allongement à la rupture (%)	4.5	4.3
Epaisseur de dimensionnement (poids des fibres/densité) (mm)	0.308	0.299
Section théorique de dimensionnement largeur de 1000 mm (mm <sup>2</sup> )	308 (section de fibre en direction longitudinale)	299 (section de fibre en direction longitudinale)
Facteur de réduction pour dimensionnement (laminage manuel / tissu)	1.4 (recommandation S&P)	1.4 (recommandation S&P)
<b>Effort de traction à la rupture largeur 1000 mm (kN)</b>	$\frac{308 \times 3400}{1.4} = \underline{\underline{748.0}}$ sens longitudinal	$\frac{299 \times 3000}{1.4} = \underline{\underline{640.7}}$ sens longitudinal
Sens transversal:	• 10% de fibres identiques s'étendent en sens transversal	
Livraison en rouleaux: (Rouleaux spéciaux sur demande)	Largeur: 670 mm Longueur: 50 m	
Domaine d'application:	• Renforcement sismique ultérieur d'éléments d'appui en procédé trempé	



## 4.9 S&P Resicem

### résine d'imprégnation (perméable à la vapeur d'eau)

#### Application

S&P Resicem s'utilise comme résine d'imprégnation pour les systèmes S&P Sheet suivants:

**S&P C-Sheet**

**S&P G-Sheet**

**S&P A-Sheet**

Du à la bonne mouillabilité ainsi qu'à la stabilité des systèmes FRP S&P, ces derniers peuvent être traités automatiquement. S&P Resicem convient également comme enduction de protection pour la garniture d'acier existante.

#### Descriptif du produit

Résine époxy à 3 composants incolore et exempte de solvants avec amino-durcisseur formulé. Le produit est enrichi d'éléments spéciaux ainsi que de charges et additifs.

#### Action

Après durcissement, S&P Resicem résiste aux bases, acides dilués, solutions salines, huiles minérales et hydrocarbures aliphatiques. S&P Resicem résiste aux intempéries et ne jaunit pratiquement pas. S&P Resicem résiste durablement aux amplitudes de température dans une plage de -30 °C à +80 °C pour des sollicitations exercées en milieu sec et jusqu'à +40 °C pour des sollicitations exercées en milieu humide.

#### Support

Les surfaces liées au ciment avec une humidité de reste jusqu'à 10 - 12% doivent être libres de bouillie de ciment, de poussière et ou d'éléments libres et en outre ne doivent pas présenter de résidus de matière grasse ou d'huiles qui pourraient agir comme agents de séparation.

#### Mise en œuvre

S&P Resicem est livré dans des proportions de mélange bien déterminées. Le durcisseur (composant II) est additionné et mélangé à la résine (composant I). On veillera à ce que le durcisseur s'écoule intégralement dans la résine. Le mélange des deux composants s'effectuera de préférence avec une perceuse à régime lent munie d'un agitateur. Mélanger très soigneusement, y compris sur le fond et les côtés du récipient afin que le durcisseur puisse se répartir régulièrement dans l'axe vertical. Agiter jusqu'à obtention d'un mélange homogène exempt de traînées. Lors du mélange, la température des deux composants sera de l'ordre de 15 - 20 °C. Avec des températures plus élevées, la fenêtre de mise en œuvre est sensiblement raccourcie.

#### Mesures de précaution

S&P Resicem est physiologiquement neutre après durcissement. Le durcisseur (composant II) est corrosif. On veillera absolument à éviter tout contact de l'épiderme avec la résine (composant I) ou le durcisseur (composant II). Il est recommandé de porter des gants en caoutchouc pour travailler. D'éventuelles éclaboussures sur la peau seront immédiatement lavées avec beaucoup d'eau savonneuse. En cas de projections dans les yeux, rincer immédiatement et abondamment avec de l'eau, puis un flacon d'eau ophtalmologique (en vente dans les drogueries), et consulter un médecin.

### Nettoyage de l'outillage

En cas d'interruption prolongée du travail (plus de 15 minutes), nettoyer soigneusement l'outillage avec S&P Cleaner, puis le rincer.

### Indications de sécurité

Les indications de danger, de sécurité et de dégagement sont s'il vous plaît à lire sur la fiche signalétique de sécurité de la CE et sur l'étiquette de paquetage.

### Caractéristiques techniques

(Toutes les valeurs à +20°C et 50% d'humidité relative de l'air)

Densité		1.36 kg/l
Dosage parties en poids		4 kg résine+2 kg durcisseur +4 kg poudre = 10 kg
Coefficient de dilatation		< 50 x 10 <sup>-6</sup> m/m°K
Température de traitement		+ 8°C to +35°C
Délai de mise en oeuvre à	+10°C	3 h
	+20°C	50 min.
	+30°C	35 min
Hors poussière après		4 h
Temps de durcissement complet		7 jours
Résistance à la traction	7 Tagen	> 20 MPa
Module d'élasticité	+20°C	> 5,000 N/mm <sup>2</sup>
Résistance gel-dégel		haute
Contrainte d'adhérence de traction	sur béton	rupture du béton
Adhérence sur acier		> 12 N/mm <sup>2</sup>
Adhérence sur systèmes FRP		> 12 N/mm <sup>2</sup>
μH <sub>2</sub> O	10 jours	16'000
	21 jours	6'400
	35 jours	env. 5'200
La perméabilité à la vapeur d'eau est atteinte avec la durée progressive d'essai.		
Classe de toxicité	<b>Comp. I</b>	<b>9</b>
Classe de toxicité	<b>Comp. II</b>	<b>8</b>
Classe de toxicité	<b>Comp. III</b>	<b>exempt</b>
Classe de transport / UN-Nr.	Comp. I	III / 3082
	Comp. II	III / 2735

### Forme de livraison

Unité à 10 kg où container à 1'000 l

### Stockage

Dans son emballage d'origine de +5° à +25°, 12 mois

## 4.10 S&P Resin Epoxy 55 und S&P Resin Epoxy 50 Résine d'imprégnation

### Applications

S&P Resin Epoxy 55/50 s'utilise comme résine d'imprégnation pour les systèmes S&P Sheet suivants:

**S&P C-Sheet**  
**S&P G-Sheet**  
**S&P A-Sheet**

Etant donné leur bonne mouillabilité et leur stabilité, les systèmes FRP peuvent se laminer jusqu'à 400 gr/m<sup>2</sup>. Des Sheets de 400 - 800 gr/m<sup>2</sup> sont pré imprégnées et appliquées frais sur frais avec S&P Resin Epoxy 55/50.

### Description du produit

Résine à 2 composants, sans solvant, incolore, avec durcisseur à base d'amine.

### Propriétés

S&P Resin Epoxy 55/50, une fois durci, résiste aux lessives, aux acides dilués, aux solutions de sels, aux huiles minérales, aux hydrocarbures. S&P Resin 55 résiste aux intempéries et ne jaunit presque pas. La résine S&P Resin Epoxy 55/50 résiste aux températures constantes et aux variations de température allant de -300 C à + 800 C, pour l'air ambiant et jusqu'à + 400 C au contact avec des liquides.

### Mode d'emploi

S&P Resin Epoxy 55/50 est livré dans des emballages pré dosés. Mélanger la résine (comp. I) et le durcisseur (comp. II); bien vider la totalité du durcisseur. Le mélange des deux composants se fait de préférence avec une perceuse à rotation lente munie d'une spirale. Mélanger soigneusement!

Remuer bien sur les côtés et au fond pour répartir uniformément le durcisseur, aussi de haut en bas. Remuer jusqu'à obtention d'un mélange homogène, sans grumeaux. La température des deux composants doit être de + 15 à + 200 C au moment du mélange. Par des températures plus élevées, le temps d'application sera plus court.

Protéger S&P Resin Epoxy 55/50 de l'humidité pendant 6 - 8 heures, après son application. Si le produit entre en contact avec de l'humidité, la surface prend une coloration blanche et devient collante. La résine se trouvant en-dessous durcit parfaitement.

La coloration blanche respectivement la surface collante diminue l'adhérence de la couche suivante. Comme couche de fond, ce point doit être pris en considération.

### Réactions physiologiques et précautions

S&P Resin Epoxy 55/50 est, après durcissement, physiologiquement neutre. Le durcisseur (composant II) est corrosif. Eviter tout contact avec la peau. Il est recommandé de porter des gants en caoutchouc pour ces travaux.

Nettoyer la peau touchée avec du savon et beaucoup d'eau. En cas de contact avec les yeux, les rincer tout de suite et abondamment avec de l'eau et les rincer avec une oeillère (en vente dans les drogueries). Consulter immédiatement un oculiste.

### Nettoyage

Lors d'interruptions prolongées de travail (plus de 15 minutes), nettoyer soigneusement et complètement les outils avec S&P Cleaner.

### Indications de sécurité

Les indications de danger, de sécurité et de dégagement sont s'il vous plaît à lire sur la fiche signalétique de sécurité de la CE et sur l'étiquette de paquetage.

### Indications techniques

(Toutes les valeurs à +20°C et 50 % d'humidité relative de l'air)

Densité	1.11 kg/l	
Dosage parties en poids	2:1 (Résine/durcisseur)	
Coefficient de dilatation	70 x 10 <sup>-6</sup> m/m °K	
Température de vitrification	48°C	
Température de traitement	+8°C to +35°C	
Temps d'application à	+ 10°C	3 h
	+ 20°C	45 min.
	+ 30°C	30 min.
Sec au toucher	4 h	
Durcissement complet	7 jours	
Résistance à la compression, 7 jours	35 MPa	
Allongement à la rupture à	8 - 10 %	
Adhérence au béton	rupture du béton	
Adhérence en acier/FRP	> 15 N/mm <sup>2</sup>	
Classe de toxicité	<b>Comp. I</b>	<b>9</b>
Classe de toxicité	<b>Comp. II</b>	<b>8</b>
Classe de transport / UN-No.	Comp. I	III / 3082
	Comp. II	III / 2735

### Forme de livraison

Unité à 6 kg où container à 1'000 l

### Stockage

Dans son emballage d'origine de +5° à +25°, 12 mois