

SR **GreenPoxy 33 / SD 499x EVO**

Système époxy biosourcé pour pièces composites

Le système **SR GreenPoxy 33 / SD 499x EVO** est spécialement conçu pour la stratification manuelle, le compactage sous vide et la réalisation d'outillage par stratification. Grâce à sa gamme étendue de réactivité, couverte par quatre durcisseurs miscibles entre eux, il s'adapte à toutes les conditions d'application. Les durcisseurs les plus rapides permettent de produire des pièces composites avec de bonnes propriétés mécaniques, même en l'absence de post-cuisson.

Dans la continuité de nos engagements HSE, nous avons modernisé nos durcisseurs SD 499x avec une approche innovante et durable. Ce nouveau système biosourcé limite les risques pour la santé et l'environnement grâce à une formulation à toxicité réduite. Le système ne contient aucun produit CMR ni substances SVHC et les durcisseurs **SD 4990, SD 4993 EVO et SD 4999 EVO** ne sont pas classés comme dangereux pour l'environnement.

Depuis de nombreuses années, Sicomin s'engage à réduire l'empreinte carbone de ses produits. Grâce à notre expertise et innovation dans la chimie, la résine **SR GreenPoxy 33** et ses durcisseurs **SD 499x EVO** sont fabriqués à partir de ressources renouvelables. Le système peut atteindre un taux global de carbones biosourcés de 32 %.

| | | SR GreenPoxy 33 | | | |
|--------------------------------------|----------|------------------------|----------|---------------|-------------|
| | | SD 4990 | SD 4991 | SD 4993 EVO | SD 4999 EVO |
| Réactivité type | | Très lent | Lent | Intermédiaire | Très rapide |
| Viscosité initiale (mPa.s) | 20 °C | 500 | 890 | 1 100 | 1 500 |
| | 30 °C | 240 | 380 | 600 | 670 |
| Proportions de mélange | En poids | 100 / 35 | 100 / 35 | 100 / 35 | 100 / 35 |
| Densité (kg/L) | 20 °C | 1,16 | 1,15 | 1,16 | 1,17 |
| T_g max. onset (°C) | | 83 | 100 | 81 | 90 |
| Temps de gel (1 mm) | 20 °C | 33 h 15 | 20 h 15 | 7 h 00 | 3 h 00 |
| | 30 °C | 16 h 45 | 10 h 30 | 3 h 50 | 1 h 35 |



Résine

| SR GreenPoxy 33 | | |
|--|------------------|---------|
| Aspect et couleur | Liquide incolore | |
| Couleur Gardner | < 3 | |
| Viscosité (mPa.s) | 15 °C | 6 850 |
| | 20 °C | 3 410 |
| | 25 °C | 1 770 |
| | 30 °C | 1 100 |
| Densité (kg/L) | 20 °C | 1,16 |
| Taux de carbones biosourcés (%) | | 31 |
| Stabilité au stockage | 23 °C | 24 mois |

Durcisseurs

| | SD 4990 | SD 4991 | SD 4993 EVO | SD 4999 EVO |
|--|------------------|----------------|------------------------|------------------------|
| Réactivité type | Très lent | Lent | Intermédiaire | Très rapide |
| Aspect et couleur | Liquide incolore | | Liquide orange | |
| Couleur Gardner | < 2 | < 2 | < 9 | < 11 |
| Viscosité (mPa.s) | 15 °C | 23 | 80 | 420 |
| | 20 °C | 18 | 60 | 280 |
| | 25 °C | 15 | 45 | 190 |
| | 30 °C | 12 | 32 | 135 |
| Densité (kg/L) | 20 °C | 0,95 | 0,95 | 1,00 |
| Taux de carbones biosourcés (%) | | 0 | 0 | 39 |
| Stabilité au stockage | 23 °C | 24 mois | | 12 mois |

Mélanges SR **GreenPoxy 33 / SD 499x EVO**

| | | SR <i>GreenPoxy 33</i> | | | |
|--|-----------|-------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|
| | | SD 4990 | SD 4991 | SD 4993 EVO | SD 4999 EVO |
| Proportions de mélange | En poids | 100 / 35 | 100 / 35 | 100 / 35 | 100 / 35 |
| | En volume | 100 / 43 | 100 / 42 | 100 / 41 | 100 / 39 |
| Viscosité initiale (mPa.s) | 20 °C | 500 | 890 | 1 100 | 1 500 |
| | 30 °C | 240 | 380 | 600 | 670 |
| Densité (kg/L) | 20 °C | 1,16 | 1,15 | 1,16 | 1,17 |
| Taux de carbones biosourcés (%) | | 25* | 24* | 32* | 32* |

*valeur calculée

Réactivité sur 100 g de mélange

| Température : 20 °C | | SR <i>GreenPoxy 33</i> | |
|----------------------------------|--|-------------------------------|------------------------|
| | | SD 4993 EVO | SD 4999 EVO |
| Durée de vie en pot | | 50 min – 1 h 10 | 15 – 18 min |
| Température maximale (°C) | | 160 | 180 |
| Temps au pic exothermique | | 1 h 15 | 20 min |

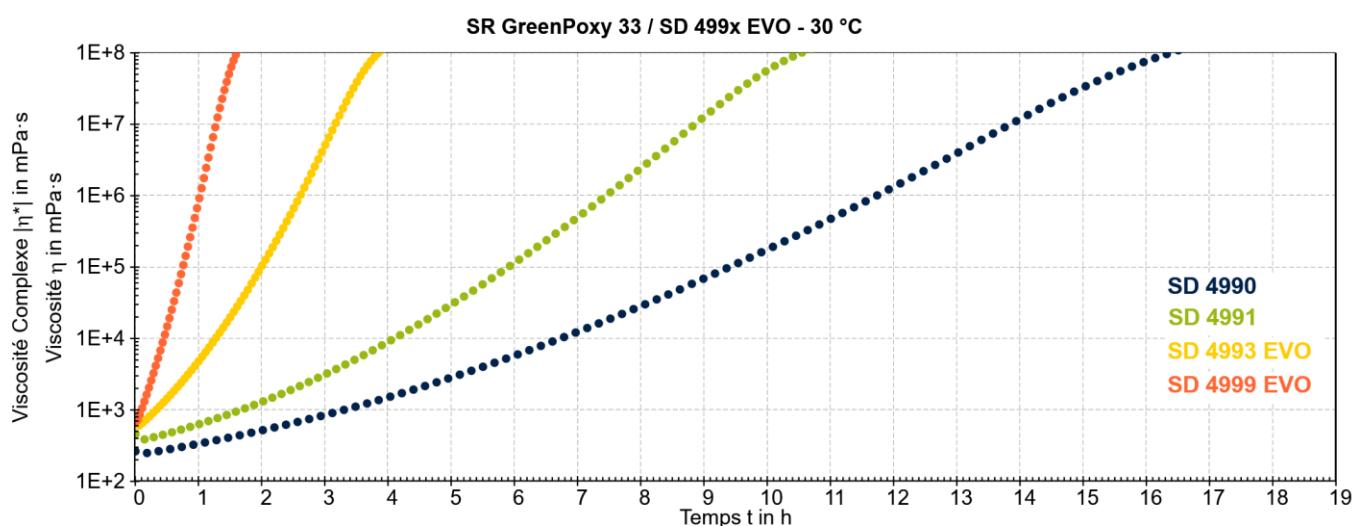
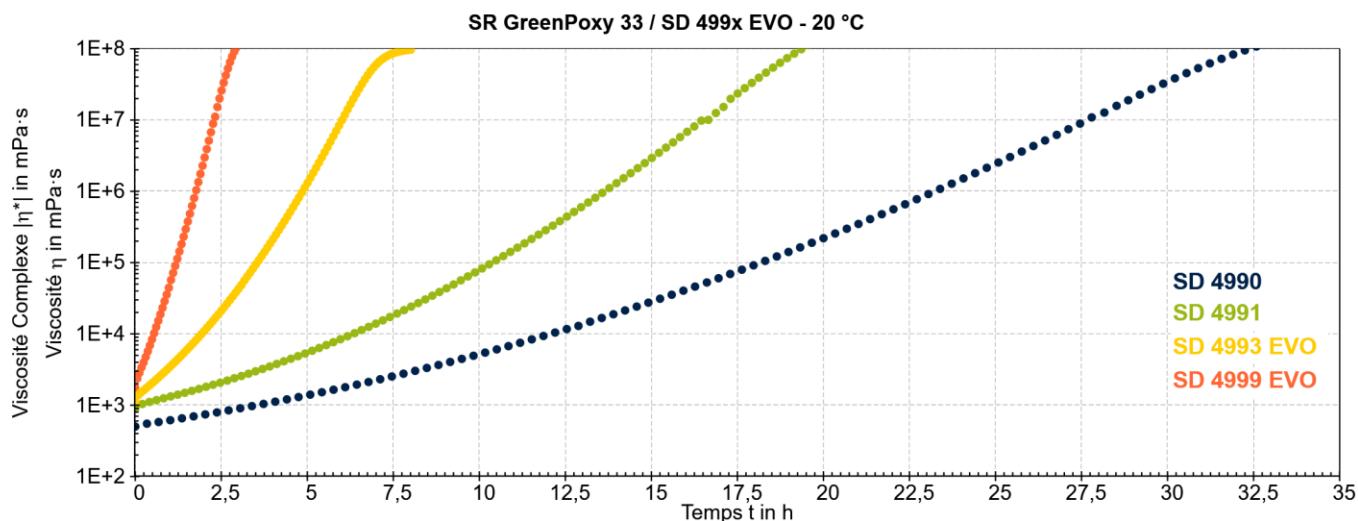
| Température : 30 °C | SR <i>GreenPoxy 33</i> | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| | SD 4990 | SD 4991 | SD 4993 EVO | SD 4999 EVO |
| Durée de vie en pot | 2 h 45 – 3 h 00 | 1 h 15 – 1 h 30 | 20 – 25 min | 3 – 6 min |
| Température maximale (°C) | 90 | 160 | 185 | 200 |
| Temps au pic exothermique | 3 h 45 | 1 h 50 | 33 min | 11 min |

Réactivité du mélange sur 500 g

| Température : 20 °C | SR <i>GreenPoxy 33</i> | |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| | SD 4990 | SD 4991 |
| Durée de vie en pot | 6 h 00 - 6 h 15 | 3 h 50 - 4 h 00 |
| Température maximale (°C) | 135 | 150 |
| Temps au pic exothermique | 7 h 00 | 4 h 20 |

Réactivité sur un film de 1 mm d'épaisseur

| | | SR GreenPoxy 33 | | | |
|-----------------------------|-------|------------------------|----------------|--------------------|--------------------|
| | | SD 4990 | SD 4991 | SD 4993 EVO | SD 4999 EVO |
| Temps de gel (mPa.s) | 20 °C | 33 h 15 | 20 h 15 | 7 h 00 | 3 h 00 |
| | 30 °C | 16 h 45 | 10 h 30 | 3 h 50 | 1 h 35 |



Post-cuisson

Les propriétés mécaniques d'un système époxy peuvent être optimisées par la mise en œuvre d'un cycle de post-cuisson. Le laboratoire Sicomin utilise des cycles prédéfinis afin d'éditer les fiches techniques et permettre la comparaison de tous les systèmes entre eux. Ces cycles expérimentaux sont adaptables à l'application spécifique visée, prenant en compte les paramètres suivants :

- Système époxy sélectionné (T_g max.)
- Moyens de chauffe disponibles
- Dimension et échantillonnage de la pièce
- Nature de l'outillage (conductivité thermique du matériau)

De nombreux systèmes peuvent fournir de bonnes propriétés mécaniques après un simple durcissement à température ambiante ($> 18^\circ\text{C}$) durant 24 à 48 h avant démoulage. Cependant, les propriétés mécaniques progressent très rapidement avec une température légèrement plus élevée, de l'ordre de 40°C pendant plusieurs heures.

Les systèmes époxy à haute T_g et durcisseurs lents nécessitent impérativement une post-cuisson à plus haute température. Il est possible de débuter le cycle de post-cuisson dès le passage du pic exothermique mais également démarrer celui-ci plus tard, après l'assemblage des différents composants et avant les opérations de finition. Si la nature des modèles et outillages n'est pas adaptée aux hautes températures, nous conseillons de réaliser les premiers paliers jusqu'à la température maximale admissibles puis, après refroidissement et démoulage, poursuivre le cycle sur un conformateur adapté.

Pour un système époxy conventionnel, nous conseillons la réalisation d'un cycle par paliers de 20°C d'une durée de 4 h.

Exemple pour un système époxy d'une T_g max. de 100°C :

4 h 40°C + 4 h 60°C + 4 h 80°C + refroidissement à température ambiante avant démoulage.

Il existe de nombreux systèmes époxy à cycles de cuisson courts et à haute température ne rentrant pas dans ce schéma de post-cuisson (pultrusion, compression à chaud, pre-preg). Pour ces systèmes, la cuisson initiale permet d'atteindre les performances mécaniques maximales sans post-cuisson.

Nous vous invitons à vous rapprocher de notre service technique pour toutes questions à ce sujet.

Propriétés mécaniques sur résine pure

| Cycle de post-cuisson* | SR GreenPoxy 33 | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| | SD 4990 | | | SD 4991 | | |
| | 24 h 40 °C | 16 h 60 °C | 8 h 80 °C | 24 h 40 °C | 16 h 60 °C | 8 h 80 °C |
| Traction | | | | | | |
| Module | N/mm ² | 3 400 | 3 100 | 2 900 | 3 500 | 3 200 |
| Résistance maximum | N/mm ² | 70 | 69 | 63 | 73 | 73 |
| Résistance à la rupture | N/mm ² | 62 | 63 | 58 | 73 | 67 |
| Allongement à l'effort maximum | % | 3,4 | 4,0 | 4,8 | 3,0 | 4,1 |
| Allongement à la rupture | % | 4,4 | 5,6 | 8,0 | 3,2 | 5,9 |
| Flexion | | | | | | |
| Module | N/mm ² | 3 100 | 3 100 | 2 600 | 3 200 | 2 900 |
| Résistance maximum | N/mm ² | 110 | 113 | 103 | 122 | 115 |
| Résistance à la rupture | N/mm ² | 55 | 84 | 80 | 114 | 109 |
| Allongement à l'effort maximum | % | 4,5 | 5,0 | 6,1 | 5,0 | 5,5 |
| Allongement à la rupture | % | 9,6 | 9,1 | 9,3 | 6,0 | 6,7 |
| Cisaillement | | | | | | |
| Résistance à la rupture | N/mm ² | 43 | 42 | 41 | 45 | 44 |
| Compression | | | | | | |
| Contraction au seuil d'écoulement | N/mm ² | 92 | 90 | 82 | 104 | 98 |
| Déformation au seuil d'écoulement | % | 11,4 | 13,5 | 15,7 | 12,0 | 13,2 |
| Choc Charpy | | | | | | |
| Résilience | kJ/m ² | 49 | 40 | 49 | 22 | 25 |
| Transition vitreuse | | | | | | |
| T _g onset | °C | 67 | 70 | 83 | 70 | 78 |
| T _g onset max. | °C | | | 83 | | 100 |
| | | | | | | 100 |

*Ces cycles de post-cuisson sont appliqués après une période de durcissement de 24 h à température ambiante, permettant de dépasser le gel et l'exotherme de la réaction.

Les essais ont été effectués sur des échantillons de résine coulée sans dégazage préalable, entre des plaques d'acier.

| | SR GreenPoxy 33 | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------|-----------|--------------------|------------|-----------|-------|
| | SD 4993 EVO | | | SD 4999 EVO | | | |
| | 24 h 40 °C | 16 h 60 °C | 8 h 80 °C | 24 h 40 °C | 16 h 60 °C | 8 h 80 °C | |
| Cycle de post-cuisson* | | | | | | | |
| Traction | | | | | | | |
| Module | N/mm ² | 3 400 | 3 200 | 3 100 | 3 200 | 3 100 | 3 000 |
| Résistance maximum | N/mm ² | 76 | 75 | 73 | 73 | 74 | 71 |
| Résistance à la rupture | N/mm ² | 68 | 69 | 73 | 66 | 69 | 70 |
| Allongement à l'effort maximum | % | 3,8 | 4,3 | 4,8 | 3,9 | 4,4 | 5,2 |
| Allongement à la rupture | % | 5,5 | 6,4 | 5,4 | 5,5 | 6,6 | 6,8 |
| Flexion | | | | | | | |
| Module | N/mm ² | 3 100 | 2 900 | 2 900 | 3 200 | 2 900 | 2 900 |
| Résistance maximum | N/mm ² | 120 | 122 | 116 | 124 | 121 | 120 |
| Résistance à la rupture | N/mm ² | 89 | 112 | 97 | 92 | 110 | 114 |
| Allongement à l'effort maximum | % | 5,0 | 6,0 | 6,2 | 5,0 | 5,9 | 6,3 |
| Allongement à la rupture | % | 8,3 | 7,8 | 10,1 | 8,7 | 7,9 | 7,8 |
| Cisaillement | | | | | | | |
| Résistance à la rupture | N/mm ² | 47 | 48 | 46 | 47 | 49 | 48 |
| Compression | | | | | | | |
| Contrainte au seuil d'écoulement | N/mm ² | 102 | 101 | 96 | 100 | 100 | 97 |
| Déformation au seuil d'écoulement | % | 13,6 | 12,4 | 14,4 | 12,4 | 13,8 | 16,9 |
| Choc Charpy | | | | | | | |
| Résilience | kJ/m ² | 31 | 26 | 13,6 | 42 | 30 | 23 |
| Transition vitreuse | | | | | | | |
| T _g onset | °C | 65 | 79 | 79 | 71 | 81 | 88 |
| T _g onset max. | °C | | | 81 | | | 90 |

*Ces cycles de post-cuisson sont appliqués après une période de durcissement de 24 h à température ambiante, permettant de dépasser le gel et l'exotherme de la réaction.

Les essais ont été effectués sur des échantillons de résine coulée sans dégazage préalable, entre des plaques d'acier.

Mesures réalisées selon les normes :

Propriétés physiques

| | |
|-----------------------------|--|
| Couleur Gardner | <i>NF EN ISO 4630</i> |
| Viscosité | <i>NF EN ISO 3219 - Rhéomètre, géométrie cône/plan 50 mm/2° à 10 s⁻¹</i> |
| Densité des liquides | <i>ISO 2811-1 - Pycnomètre</i> |
| Densité des poudres | <i>NF EN ISO 1183-3 - Pycnomètre à Hélium</i> |
| Densité des mousses | <i>NF EN ISO 845</i> |
| Taux de carbones biosourcés | <i>ASTM D68166-16 - Certaines valeurs sont théoriquement déterminées par le calcul</i> |

Réactivité

| | |
|---------------------|--|
| Temps de gel | <i>Balayage dans le temps G' = G'' - Rhéomètre, géométrie plan/plan 50 mm</i> |
| Durée de vie en pot | <i>Temps moyen pour atteindre 50 °C ou temps limite d'utilisation du mélange</i> |

Propriétés thermiques

| | |
|---------------------|---|
| Transition vitreuse | <i>NF EN ISO 11357-2 - Rampe de -5 à 180 °C à 20 °C/min</i> |
| | <i>T_g onset : 1^{er} passage</i> |
| | <i>T_g onset max. : 2nd passage</i> |

Propriétés mécaniques

| | |
|-----------------------|--|
| Traction | <i>ISO 527-2</i> |
| Flexion | <i>ISO 178</i> |
| Compression | <i>ISO 604 ou NF EN ISO 844 (produits alvéolaires)</i> |
| Choc Charpy | <i>NF EN ISO 179-1</i> |
| Cisaillement | <i>ASTM D732-17 (Punch Tool)</i> |
| Ténacité à la rupture | <i>ISO 13586:2000</i> |

Mention légale :

Les informations que nous donnons par écrit ou verbalement dans le cadre de notre assistance technique et de nos essais n'engagent pas notre responsabilité. Elles sont fournies en toute bonne foi et se fondent sur la connaissance et l'expérience que la Société SICOMIN a acquises à ce jour de ses produits lorsqu'ils ont été convenablement stockés, manipulés et appliqués dans des conditions normales conformément aux recommandations de SICOMIN. Nous conseillons donc, aux utilisateurs des systèmes époxy SICOMIN, de vérifier par des essais pratiques si nos produits conviennent aux procédés et applications envisagés. Le stockage, l'utilisation, la mise en œuvre et la transformation des produits fournis échappent à notre contrôle et relèvent exclusivement de votre responsabilité. SICOMIN se réserve le droit de modifier les propriétés du produit. Toutes les caractéristiques spécifiées dans cette fiche technique sont basées sur des tests de laboratoire. Les mesures et leurs tolérances effectives peuvent varier pour différentes raisons. Si notre responsabilité devait néanmoins se trouver engagée, elle se limiterait, pour tous les dommages, à la valeur de la marchandise fournie par nous et mise en œuvre par nos soins. Nous garantissons la qualité irréprochable de nos produits dans le cadre de nos conditions générales de ventes et de livraison. Les utilisateurs doivent impérativement consulter la version la plus récente de la fiche technique locale correspondant au produit concerné, qui leur sera remise sur demande.