PB 170 - PB 250 - PB 400 - PB 600 / DM 1x

Epoxy moussant

Les systèmes époxy moussants bi-composants de la gamme PB permettent la fabrication de mousses époxy de faible densité, comprises entre 170 et 600 kg/m³ selon le grade sélectionné. Robustes et simples d'utilisation grâce à un rapport de mélange volumique de 2/1, ces systèmes garantissent une excellente homogénéité de densité. La différence de réactivité entre les deux durcisseurs proposés permet d'adapter la vitesse de durcissement à l'épaisseur coulée.

		PB 170 - PB 250 - PB 400 - PB 600	
		DM 12	**DM 13**
Réactivité type		Lent	Rapide
Proportions de mélange	En volume	2 / 1	
Densité (kg/m³)		170 - 600	
Ratio d'expansion		1,9 - 6,6	
Compression			
Module	N/mm²	85 - 340	80 - 335
Contrainte au seuil d'écoulement	N/mm²	2 - 25	3 - 27
Déformation au seul d'écoulement	%	3,5 - 11,8	4,9 - 14,2
T_g2 (°C)		93	89

SICOMIN
31 Avenue de la Lardière
13 220 Châteauneuf les Martigues
France

+33 (0)4 42 42 30 20
info@sicomin.com

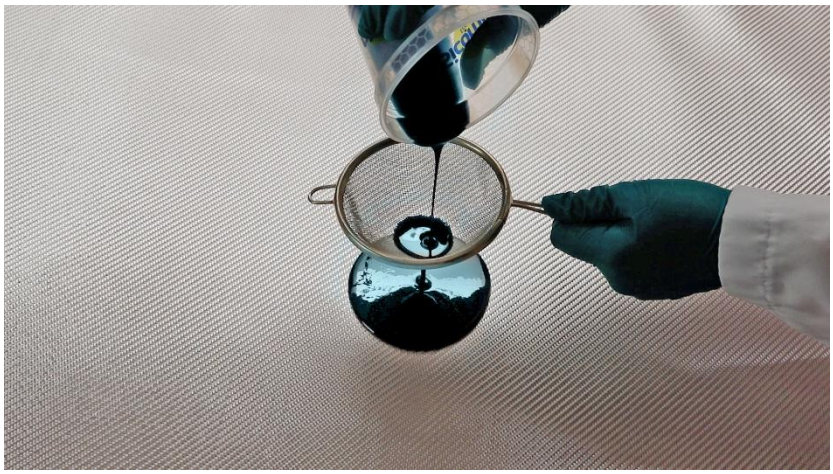
www.sicomin.com

Conseils d'utilisation

Homogénéiser la résine à l'aide d'un agitateur à hélice avant utilisation. Prendre soin de racler les bords et le fond du seau.

Lors du mélange des deux composants, de l'air est incorporé. Ces bulles peuvent en grande partie éliminées par le passage du mélange à travers un tamis en inox d'une maille de 1 à 2 mm.

L'expansion de la mousse est bien plus rapide que sa polymérisation. Le mélange et les opérations de spray ou de coulée doivent être réalisés rapidement.



Equipements industriels

Pour obtenir le meilleur résultat, l'utilisation d'un système de dosage de mélange basse pression équipé d'un mélangeur statique est recommandée.

Exotherme

La réaction de polymérisation est exothermique. Un dégagement thermique excessif peut compromettre l'homogénéité de la structure cellulaire ainsi que les propriétés mécaniques finales de la mousse expansée.

Des essais de coulée ont été effectués à 20 °C dans des contenants cylindriques de 33 cm de diamètre, afin de déterminer les épaisseurs maximales de coulée et d'expansion assurant une qualité optimale du produit final (tableau ci-dessous).

Les valeurs obtenues sont fournies à titre indicatif. Il est fortement recommandé de procéder à des essais préliminaires dans les conditions réelles de production afin de valider les paramètres du procédé. En effet, les conditions spécifiques à chaque application peuvent influencer significativement la cinétique de réaction et la dissipation thermique.

Les principaux facteurs impactant l'exothermie sont les suivants :

- Conductivité thermique du moule
- Configuration du moule (fermé ou ouvert)
- Température des produits et température ambiante
- Géométrie, épaisseur, volume et masse de la coulée.

Température : 20 °C		Epaisseur maximale coulée (cm)*	Ratio d'expansion	Epaisseur maximale expansée (cm)*
PB 170	DM 12	1,8 ± 0,2	6,6 ± 0,7	12 ± 1,2
	DM 13	0,8 ± 0,1		5 ± 0,5
PB 250	DM 12	1,8 ± 0,2	4,5 ± 0,5	8 ± 0,8
	DM 13	0,9 ± 0,1		4 ± 0,4
PB 400	DM 12	1,8 ± 0,2	2,8 ± 0,2	5 ± 0,5
	DM 13	1,1 ± 0,1		3 ± 0,3
PB 600	DM 12	2,1 ± 0,2	1,9 ± 0,2	4 ± 0,4
	DM 13	1,6 ± 0,1		3 ± 0,3

*Dans les conditions d'essai décrites.

Démoulage

Si une étape de démoulage est nécessaire, il est recommandé d'appliquer un cycle de post-cuisson (une fois que la résine a durci en tous points) pendant au moins 4 heures à 40 °C. Cette étape permet d'assurer la stabilité dimensionnelle de la pièce.

Conductivité thermique

Matériaux	Densité (kg/m^3)	λ à 20 °C (W/m.K)
Cuivre	8 960	385
Aciers	7 850	45 - 60
Béton	2 300	1,4 - 1,8
Bois	500 - 700	0,12 - 0,20
PB 170 – PB 600	170 - 600	0,06 - 0,16
Polystyrène expansé	10 - 40	0,03 - 0,05
Air	1,2	0,025

Securité

Une fois la résine et le durcisseur mélangés, la réaction de moussage débute et libère du dihydrogène (H_2).

1 kg de mélange peut dégager jusqu'à plusieurs litres de H_2 à 22 °C.

Le dihydrogène n'est pas toxique et n'a pas d'effet néfaste connu sur l'environnement. Cependant, c'est un gaz très inflammable, assurez-vous de travailler dans un environnement correctement ventilé pour éviter tout accumulation locale. Travaillez à l'écart des sources d'étincelles ou de flammes.

Les contenants doivent être bien refermés après utilisation pour éviter toute contamination. Si la résine rentre en contact avec un acide, une base ou un oxydant fort, une libération de dihydrogène non désirée peut se produire.

Précaution à l'ouverture de la résine : une légère surpression interne peut être présente. Dans certains cas, des bulles peuvent apparaître à la surface de la résine. Ce phénomène est sans incidence sur les performances et l'aspect du produit final.

Résines

		PB 170	PB 250	PB 400	PB 600
Aspect et couleur		Liquide blanc			
Viscosité (mPa.s)	20 °C	15 000	22 000	22 000	32 000
	25 °C	8 000	12 000	12 000	16 000
	30 °C	4 500	7 500	7 000	10 000
Densité (kg/L)	20 °C	1,18	1,19	1,19	1,25
Stabilité au stockage	23 °C	12 mois			

Durcisseurs

		DM 12	DM 13
Réactivité type		Lent	Rapide
Aspect et couleur		Liquide incolore	Liquide orange
Couleur Gardner		< 2	< 12
Viscosité (mPa.s)	20 °C	475	645
	25 °C	310	425
	30 °C	210	295
Densité (kg/L)	20 °C	0,99	1,01
Taux de carbones biosourcés (%)		0	27*
Stabilité au stockage	23 °C	24 mois	12 mois

*Valeur calculée

Mélanges PB 170 - PB 250 - PB 400 - PB 600 / DM 1x

		PB 170		PB 250	
		DM 12	DM 13	DM 12	DM 13
Proportions de mélange	En poids	100 / 43		100 / 42	
	En volume	2 / 1		2/1	
Viscosité initiale (mPa.s)	20 °C	5 000	4 700	5 800	7 300
	30 °C	2 100	2 900	2 800	4 900
Temps de gel (1 mm)	20 °C	21 h 15	8 h 00	19 h 30	8 h 00
	30 °C	11 h 30	4 h 30	11 h 00	4 h 30
Densité expansée (kg/m³)	20 °C	170 ± 20		250 ± 25	
Ratio d'expansion		6,6 ± 0,7		4,5 ± 0,5	

		PB 400		PB 600	
		DM 12	DM 13	DM 12	DM 13
Proportions de mélange	En poids	100 / 42		100 / 39	
	En volume	2 / 1		2 /1	
Viscosité initiale (mPa.s)	20 °C	6 300	6 500	9 300	8 400
	30 °C	3 500	4 000	3 800	4 400
Temps de gel (1 mm)	20 °C	21 h 30	7 h 30	17 h 15	6 h 45
	30 °C	10 h 30	4 h 00	9 h 45	4 h 00
Densité expansée (kg/m³)	20 °C	400 ± 30		600 ± 40	
Ratio d'expansion		2,8 ± 0,2		1,9 ± 0,2	

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_g2)
- 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 °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_g2 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 (épaisseur 10 mm)

		PB 170			
		DM 12		DM 13	
Cycle de post-cuisson*		24 h 40 °C	16 h 60 °C	24 h 40 °C	16 h 60 °C
Densité	kg/m³	168	176	179	174
Traction					
Module	N/mm²	150	140	165	145
Résistance maximum	N/mm²	2	2	2	2
Allongement à l'effort maximum	%	1,6	1,8	1,6	1,7
Flexion					
Module	N/mm²	150	135	130	130
Résistance maximum	N/mm²	3	3	3	3
Allongement à l'effort maximum	%	2,4	2,8	2,3	2,8
Cisaillement					
Résistance à la rupture	N/mm²	1,3	1,4	1,4	1,4
Compression					
Module	N/mm²	85	88	85	80
Contrainte au seuil d'écoulement	N/mm²	2	2	3	3
Déformation au seuil d'écoulement	%	3,5	4,2	7,4	4,9
Transition vitreuse					
T_g1	°C	64	78	68	81
T_g2	°C		88		85

*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.

		PB 250			
		DM 12		DM 13	
Cycle de post-cuisson*		24 h 40 °C	16 h 60 °C	24 h 40 °C	16 h 60 °C
Densité	kg/m³	248	239	266	264
Traction					
Module	N/mm²	275	280	295	285
Résistance maximum	N/mm²	4	4	4	4
Allongement à l'effort maximum	%	2,0	2,1	2,0	2,1
Flexion					
Module	N/mm²	250	250	245	235
Résistance maximum	N/mm²	6	6	6	6
Allongement à l'effort maximum	%	3,1	3,2	3,3	3,8
Cisaillement					
Résistance à la rupture	N/mm²	2,7	3,0	2,8	2,9
Compression					
Module	N/mm²	150	145	145	135
Contrainte au seuil d'écoulement	N/mm²	4	5	5	5
Déformation au seuil d'écoulement	%	4,9	6,6	7,8	9,1
Transition vitreuse					
T_g1	°C	64	80	67	82
T_g2	°C		88		87

*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.

		PB 400			
		DM 12		DM 13	
Cycle de post-cuisson*		24 h 40 °C	16 h 60 °C	24 h 40 °C	16 h 60 °C
Densité	kg/m³	395	388	399	397
Traction					
Module	N/mm²	495	460	500	480
Résistance maximum	N/mm²	6	7	7	7
Allongement à l'effort maximum	%	1,6	2,1	2,3	1,9
Flexion					
Module	N/mm²	515	470	485	485
Résistance maximum	N/mm²	12	13	13	14
Allongement à l'effort maximum	%	2,9	3,7	3,8	3,8
Cisaillement					
Résistance à la rupture	N/mm²	5,9	6,2	6,1	6,5
Compression					
Module	N/mm²	250	235	235	235
Contrainte au seuil d'écoulement	N/mm²	11	11	11	12
Déformation au seuil d'écoulement	%	7,7	9,9	9,3	10,0
Transition vitreuse					
T_g1	°C	63	77	65	80
T_g2	°C		88		87

*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.

		PB 600			
		DM 12		DM 13	
Cycle de post-cuisson*		24 h 40 °C	16 h 60 °C	24 h 40 °C	16 h 60 °C
Densité	kg/m³	594	599	593	620
Traction					
Module	N/mm²	1 050	1 050	1 050	1 000
Résistance maximum	N/mm²	11	11	11	12
Allongement à l'effort maximum	%	1,2	1,2	1,2	1,4
Flexion					
Module	N/mm²	1 100	1 000	1 050	985
Résistance maximum	N/mm²	20	19	21	19
Allongement à l'effort maximum	%	2,0	2,0	2,2	2,1
Cisaillement					
Résistance à la rupture	N/mm²	10,2	10,1	11,7	11,6
Compression					
Module	N/mm²	340	325	335	330
Contrainte au seuil d'écoulement	N/mm²	25	25	25	27
Déformation au seuil d'écoulement	%	11,4	11,8	12,1	14,2
Transition vitreuse					
T_g1	°C	65	80	69	81
T_g2	°C		93		89

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

Réactivité

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

Propriétés thermiques

Transition vitreuse	*NF EN ISO 11357-2 - Rampe de -5 à 180 °C à 20 °C/min* *Les valeurs de T_g sont relevées au point mid selon la méthode des tangentes* *T_g1 : 1^{er} passage* *T_g2 : 2^{nd} passage*

Propriétés mécaniques

Traction	*ISO 527-2*
Flexion	*ISO178*
Compression	*ISO 604 ou NF EN ISO 844 (produits alvéolaires)*
Choc Charpy	*NF EN ISO 179-1*
Cisaillement	*ASTM D732-17 (Punch Tool)*
Ténacité à la rupture	*ISO 13586:2000*

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.