

Tough 1500 Resin V2

Un matériau rigide mais souple, dont la ténacité rivalise avec celle du polypropylène

Prototypes qui nécessitent la ténacité, la conformité et la résistance du polypropylène.

Gabarits et fixations résistants aux chocs, capables de résister à une utilisation prolongée en atelier.

Boîtiers résistants et robustes avec des éléments fonctionnels tels que des vis autotaraudeuses, des extrusions et des assemblages par encliquetage.

Pièces nécessitant une combinaison de rigidité et de ductilité pour créer des mécanismes conformes tels que des verrous, des éléments flexibles et des amortisseurs.



V2

FLT01502

Préparé le 18/03/2025

Rév. 03 22/04/2025

Dans l'état actuel de nos connaissances, les informations présentées dans ce document sont exactes. Toutefois, Formlabs Inc. ne peut garantir, explicitement ou implicitement, l'exactitude des résultats obtenus en les utilisant.

Tough 1500 Resin V2 est un matériau résilient dont la résistance, la rigidité et la ténacité sont comparables à celles du polypropylène. Il offre une résistance exceptionnelle à la rupture et aux chocs.

Créez des pièces qui allient rigidité et ductilité pour des mécanismes conformes ou des boîtiers robustes avec des vis autotaraudeuses et des raccords à encliquetage. Tough 1500 Resin V2 ouvre la voie à un large éventail d'applications, des prototypes fonctionnels aux gabarits et fixations destinés à une utilisation finale.

Tough 1500 Resin V2 est une nouvelle formule optimisée pour la série Form 4 qui permet d'obtenir une résistance à la rupture 10 fois supérieure à la version précédente.

Propriétés des matériaux ¹			MÉTHODE
	Pièce brute ²	Post-polymérisée ³	
Propriétés en traction ¹			MÉTHODE
Résistance à la rupture par traction	30 MPa	34 MPa	ASTM D638-14
Module de traction	1250 MPa	1460 MPa	ASTM D638-14
Résistance à la déformation par traction	30 MPa	34 MPa	ASTM D638-14
Allongement limite	5,6 %	6,1 %	ASTM D638-14
Allongement à la rupture	210 %	155 %	ASTM D638-14
Propriétés en flexion ¹			MÉTHODE
Résistance à la flexion	26 MPa	41 MPa	ASTM D790-17
Module de flexion	900 MPa	1370 MPa	ASTM D790-17
Propriétés de ténacité ¹			MÉTHODE
Résistance au choc Izod	45 J/m	42 J/m	ASTM D256-10
Résistance au choc Izod sans entaille	1080 J/m	910 J/m	ASTM D4812-11
Résistance au choc Charpy avec entaille	8,9 kJ/m ²	7,5 kJ/m ²	ISO 179-1
Résistance au choc Charpy sans entaille	63 kJ/m ²	57 kJ/m ²	ISO 179-1
Résistance aux chocs Gardner à une épaisseur de 0,79 mm (1/32")	7,0 J	5,9 J	ASTM D5420-21
Résistance aux chocs Gardner à une épaisseur de 1,6 mm (1/16")	12,4 J	11,1 J	ASTM D5420-21
Résistance à la fatigue par flexion Ross à 23 °C	11 000 cycles	8000 cycles	Interne (23 °C, déviation de 60 degrés à 1 Hz)
Propriétés de rupture ¹			MÉTHODE
Facteur d'intensité de contraintes maximum (Kmax)	1,7 MPa · m ^{1/2}	1,7 MPa · m ^{1/2}	ASTM D5045-14
Travail de rupture (W _r)	1090 J/m ²	1011 J/m ²	ASTM D5045-14

¹ Les propriétés du matériau peuvent varier en fonction de la géométrie de la pièce, de son orientation pendant l'impression, des paramètres d'impression et de la température.

² Les données ont été recueillies à partir de pièces brutes imprimées sur la Form 4, avec les paramètres de Tough 1500 Resin V2, à une épaisseur de couche de 100 µm, sans traitement supplémentaire.

³ Les données pour les échantillons post-polymérisés ont été mesurées sur des barres de traction de type I, imprimées sur une imprimante Form 4 avec les paramètres Tough 1500 Resin V2 à 100 µm, puis lavées dans une Form Wash pendant 10 minutes dans de l'alcool isopropylique > 99 %, et post-polymérisées à 70 °C pendant 12 minutes dans la Form Cure (2ème génération).

Propriétés des matériaux ¹			MÉTHODE
	Pièce brute ²	Post-polymérisée ³	
Propriétés thermiques ¹			MÉTHODE
Température de fléchissement sous charge à 1,8 MPa	42 °C	53 °C	ASTM D648-16
Température de fléchissement sous charge à 0,45 MPa	54 °C	66 °C	ASTM D648-16
Dilatation thermique (0 – 150 °C)	116 µm/m/°C	99 µm/m/°C	ASTM E831-19
Inflammabilité	Non testé	HB	UL 94
Propriétés électriques ¹			MÉTHODE
	Pièce brute ²	Post-polymérisée ³	
Solidité diélectrique	Non testé	23,4 kV/mm	ASTM D149-20
Constante diélectrique (50 Hz)	Non testé	4,5	ASTM D150 (50 Hz)
Constante diélectrique (1 kHz)	Non testé	3,9	ASTM D150 (1 kHz)
Facteur de dissipation (50 Hz)	Non testé	0,018	ASTM D150 (50 Hz)
Facteur de dissipation (1 kHz)	Non testé	0,013	ASTM D150 (1 kHz)
Résistivité volumique	Non testé	2,91 * 10 ¹⁵ Ω · cm	ASTM D257-14
Autres propriétés ¹			MÉTHODE
Dureté Shore D	70D	76D	ASTM D2240
Densité apparente	1,12 g/mL		ASTM D792-20
Viscosité à 25 °C	1000 cP		ASTM D792-20
Densité liquide	1,02 g/mL		ASTM D792-20

¹ Les propriétés du matériau peuvent varier en fonction de la géométrie de la pièce, de son orientation pendant l'impression, des paramètres d'impression et de la température.

² Les données ont été recueillies à partir de pièces brutes imprimées sur la Form 4, avec les paramètres de Tough 1500 Resin V2, à une épaisseur de couche de 100 µm, sans traitement supplémentaire.

³ Les données pour les échantillons post-polymérisés ont été mesurées sur des barres de traction de type I, imprimées sur une imprimante Form 4 avec les paramètres Tough 1500 Resin V2 à 100 µm, puis lavées dans une Form Wash pendant 10 minutes dans de l'alcool isopropylique ≥ 99 %, et post-polymérisées à 70 °C pendant 12 minutes dans la Form Cure (2ème génération).

COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

Gain de poids pour un cube de 1 cm d'arête, après impression, lorsqu'il est plongé dans l'un des solvants suivants pendant 24 heures :

Solvant	Gain de poids après 24 heures, %	Solvant	Gain de poids après 24 heures, %
Acide acétique (5 %)	0,5	Huile minérale (lourde)	0,3
Acétone	37,3	Huile minérale (légère)	0,3
Eau de Javel (5% NaOCl)	0,4	Eau salée (3,5 % NaCl)	0,9
Acétate de butyle	4,5	Skydrol 5	6,9
Diesel	6,9	Solution d'hydroxyde de sodium (0,025 % pH = 10)	0,6
Éther monométhylque de diéthylène-glycol	6,2	Acide fort (concentré en chlorure d'hydrogène)	0,4
Huile hydraulique	0,3	TPM	0,9
Peroxyde d'hydrogène (à 3 %)	0,6	Eau	0,8
Isooctane	3,4	Xylène	4,1
Alcool isopropylique	15,6		

Compatibilité chimique (ASTM D543)

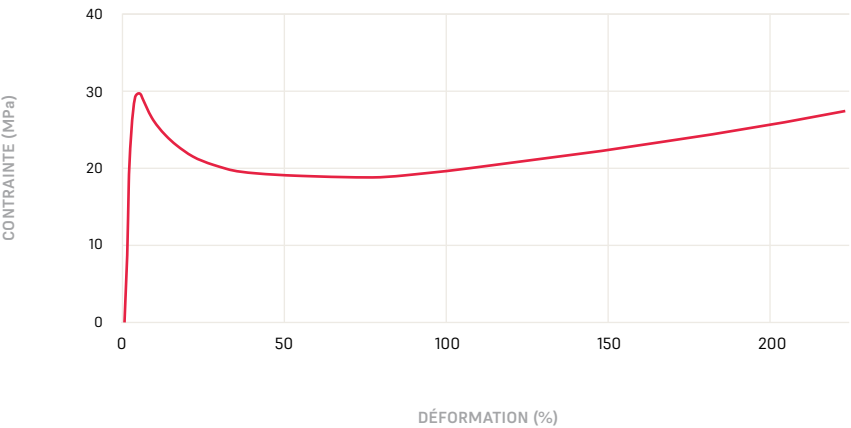
La compatibilité chimique de Tough 1500 Resin V2 a été testée conformément à la norme ASTM D543. L'influence de divers produits chimiques a été testée en mesurant le module de flexion et la résistance après différentes durées d'exposition. Les échantillons exposés ont été stockés dans des récipients et entièrement immergés dans les produits chimiques testés pendant 1 jour et 1 semaine. Après leur retrait, les échantillons exposés ont été lavés et conditionnés pendant 24 heures à 22 °C avant d'être soumis à des essais mécaniques. Les essais mécaniques ont été réalisés conformément à la norme ASTM D638 dans des conditions de laboratoire standard (22 °C). Les résultats sont rapportés sous forme de différence en pourcentage par rapport aux valeurs mesurées sur des échantillons non exposés.

Chimique	Durée d'exposition	Différence du module de flexion (%)	Différence de résistance à la flexion (%)	Différence de masse (%)
Isopropanol	1 jour	-41 %	-47	8,7 %
	1 semaine	-69 %	-77%	23,6 %
Acétone	1 jour	-51 %	-59 %	42,0 %
	1 semaine	-46 %	-54 %	42,0 %
NaOH (10%)	1 jour	0 %	-1 %	0,3 %
	1 semaine	1 %	2 %	0,5 %
HCl (10 %)	1 jour	0 %	1 %	0,3 %
	1 semaine	3 %	0 %	0,4 %
Eau déminéralisée	1 jour	2 %	0 %	0,3 %
	1 semaine	0 %	-2 %	0,7 %
Peroxyde d'hydrogène (à 3 %)	1 jour	-1 %	-2 %	0,4 %
	1 semaine	0 %	0 %	0,7 %
Eau de Javel (6 %)	1 jour	1 %	1 %	0,4 %
	1 semaine	3 %	3 %	0,5 %
Carburant diesel	1 jour	-16 %	-15 %	2,6 %
	1 semaine	-54 %	-55 %	7,9 %
Huile pour moteur (5W-30)	1 jour	1 %	-1 %	-1,8 %
	1 semaine	2 %	1 %	0,1 %
Skydrol 5	1 jour	-25 %	- 24 %	3,9 %
	1 semaine	-44 %	-41 %	6,6 %

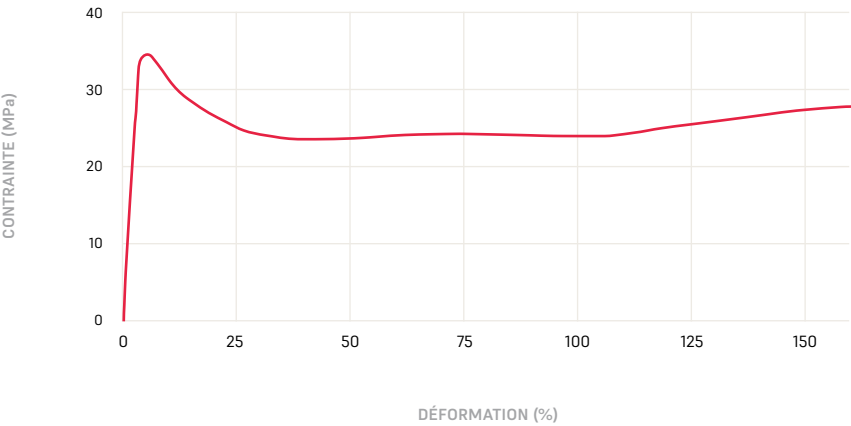
Courbe de traction représentative (norme ASTM D638-14)

Type I, 5 mm/min

Pièce brute



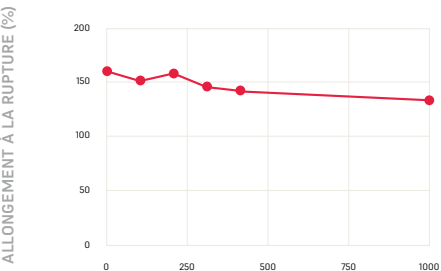
Pièce post-polymérisée



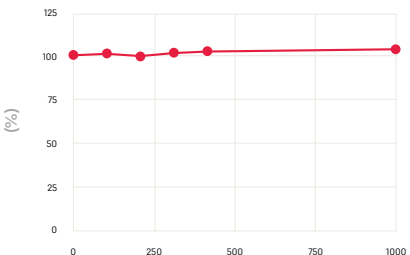
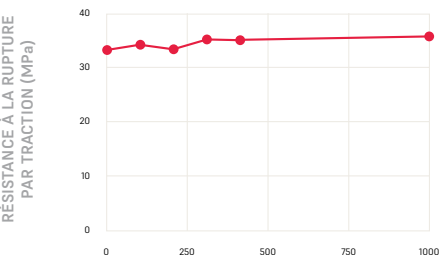
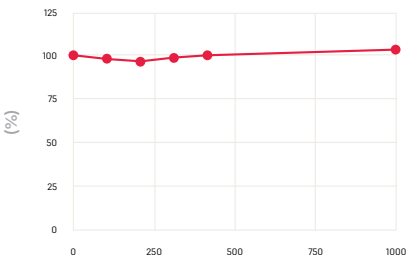
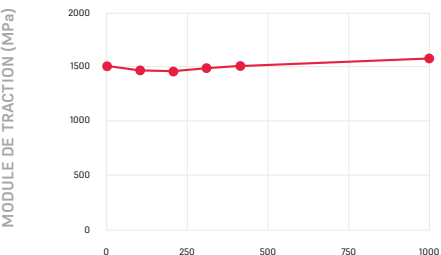
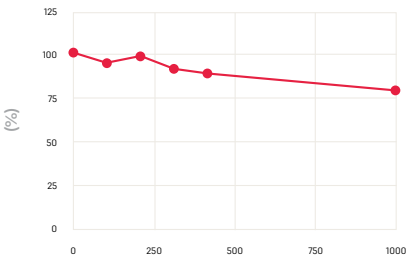
Vieillessement à la chaleur (norme ASTM D3045)

Formlabs a évalué les performances de vieillissement à la chaleur de Tough 1500 Resin V2 en utilisant la norme ASTM D3045, une méthode pour évaluer le vieillissement à la chaleur des plastiques sans charge. Dans ce test, les propriétés mécaniques des échantillons placés dans des environnements à 50 °C sont mesurées à différentes durées pendant 6 semaines.

Résultat des essais



% de la valeur initiale



DURÉE D'EXPOSITION (h)

DURÉE D'EXPOSITION (h)

Vieillessement en intérieur (norme ASTM D4459)

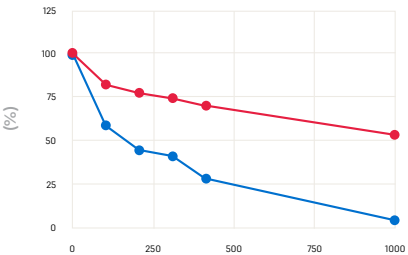
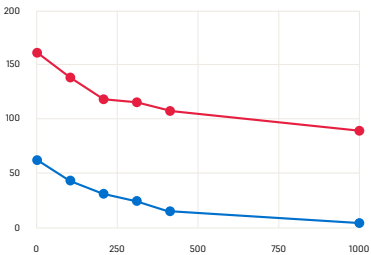
Formlabs a évalué les performances de vieillissement aux UV de Tough 1500 Resin V2 en utilisant la norme ASTM D4459, une norme de test permettant de vérifier l'exposition à l'arc au xénon des plastiques pour les applications intérieures. Ce test simule le vieillissement du polymère dû à l'exposition aux rayons solaires à travers le verre. Les échantillons exposés ont été conditionnés pendant 24 heures à 22 °C avant les tests mécaniques. Les échantillons de contrôle ont été conservés à une température constante de 22 °C. Les tests mécaniques ont été réalisés conformément à la norme ASTM D638 dans des conditions de laboratoire standard (22 °C). « 0 h » représente des échantillons non vieillis stockés à 22 °C et testés 24 heures après le post-traitement.

Veuillez noter que les tests de vieillissement accéléré ne peuvent pas représenter toutes les conditions de vieillissement. Formlabs suggère de mener des tests supplémentaires en extérieur en fonction des exigences particulières de votre application.

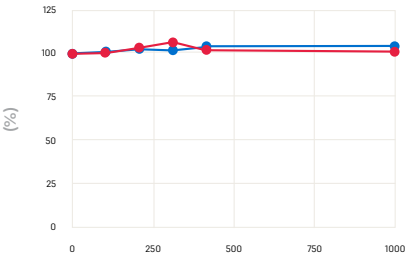
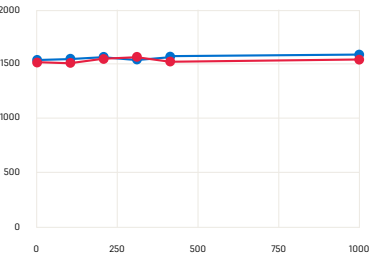
Résultat des essais

% de la valeur initiale

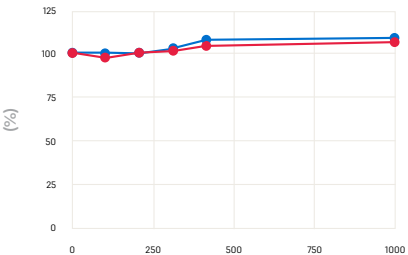
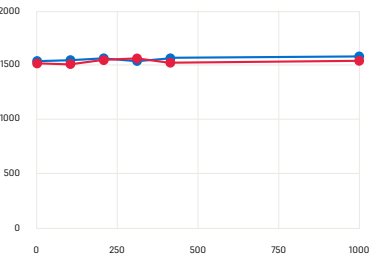
ALLONGEMENT À LA RUPTURE (%)



MODULE DE TRACTION (MPa)



RÉSISTANCE À LA RUPTURE PAR TRACTION (MPa)



DURÉE D'EXPOSITION (h)

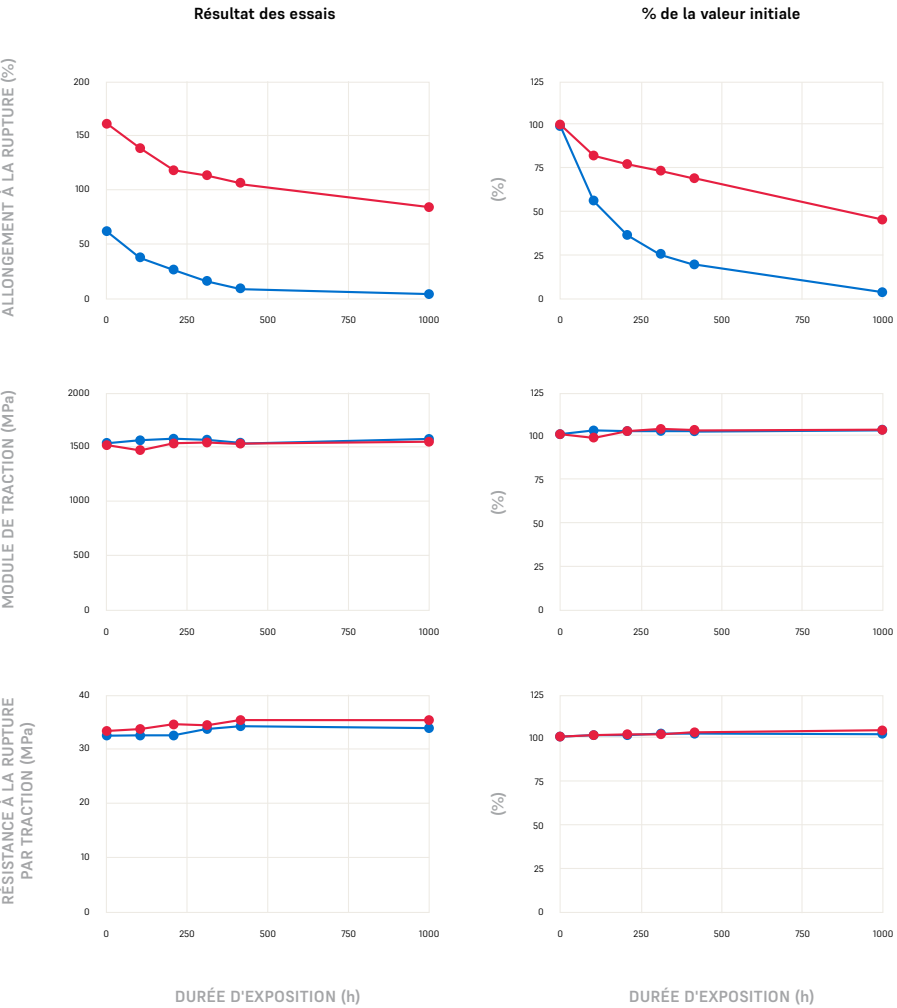
DURÉE D'EXPOSITION (h)

● Tough 1500 Resin V1 ● Tough 1500 Resin V2

Vieillessement en extérieur (ASTM D4329)

Tough 1500 Resin V2 a été testée dans des conditions de vieillissement extérieur accéléré conformément à la norme ASTM D4329 (Cycle A). Des échantillons de test ont été exposés à des conditions définies de chaleur, de condensation d'eau et de lumière UV. Les échantillons exposés ont été conditionnés pendant 24 heures à 22 °C avant les tests mécaniques. Les échantillons de contrôle ont été conservés à une température constante de 22 °C. Les tests mécaniques ont été réalisés conformément à la norme ASTM D638 dans des conditions de laboratoire standard (22 °C). « 0 h » représente des échantillons non vieillis stockés à 22 °C et testés 24 heures après le post-traitement.

Veuillez noter que les tests de vieillissement accéléré ne peuvent pas représenter toutes les conditions de vieillissement. Formlabs suggère de mener des tests supplémentaires en extérieur en fonction des exigences particulières de votre application.

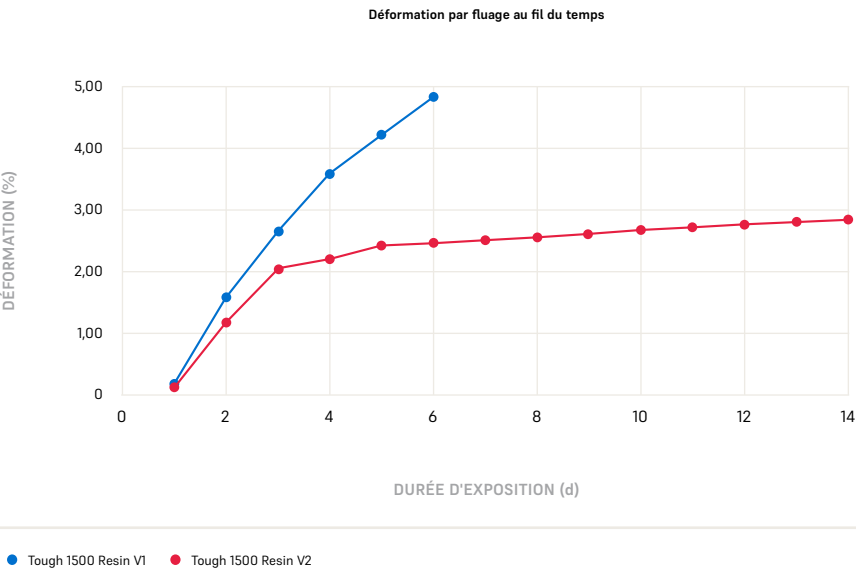


● Tough 1500 Resin V1 ● Tough 1500 Resin V2

ASTMD4329 : cycle A pour applications générales, QUV/ie, UVA à partir de 340 nm, 0,89 W/m²·nm, 8 heures de lumière UV à 60 °C suivies de 4 heures de condensation dans l'obscurité à 50 °C. Afin de réduire les déformations éventuelles des échantillons pendant le test, ceux-ci ont été placés dans des supports réalisés sur mesure sans pinces de fixation ni charges mécaniques. Les échantillons exposés ont toujours été retirés du QUV avant le prochain cycle de condensation afin d'éviter que les échantillons ne soient excessivement imprégnés d'eau avant les tests.

Fluage en flexion ISO 6602

Formlabs a évalué la résistance au fluage de Tough 1500 Resin V2 en utilisant la norme ISO 6602. Cet essai mesure le taux de déformation d'un matériau à une température constante sous une charge fixe. Les échantillons ont été testés à 22 °C sous une charge de 4,0 MPa. La déflexion a été mesurée une fois par jour pendant 14 jours.



Analyse mécanique dynamique (DMA)

Une courbe DMA de Tough 1500 Resin V2 allant de 0 °C jusqu'à 140 °C à 3 °C/min est présentée. On observe une transition vitreuse à 109,6 °C, ainsi qu'une inflexion du module de conservation (élastique) à 60,8 °C.

