

Tough 1000 Resin

Matériau ductile et résistant aux impacts, dont la ténacité rivalise avec celle du polyéthylène haute densité (PEHD)

Pièces qui nécessitent la solidité et la rigidité du polyéthylène haute densité

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

Mécanismes flexibles capables de supporter des flexions répétées

Assemblages soumis à de faibles frottements et surfaces résistantes à l'usure (comme des articulations sphériques)



V1

FLT01001

Préparé le 23/09/2025

Rév. 01 23/09/2025

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 1000 Resin est un matériau ductile et résistant aux impacts, dont la résistance, la rigidité et la ténacité sont comparables à celles du polyéthylène haute densité (PEHD). Il a été conçu avec une résistance exceptionnelle à l'usure et à la fatigue pour assurer une ténacité et une utilisabilité à long terme.

Son allongement à la rupture (EAB) de 180 % et sa résistance aux chocs Gardner de 14,5 J surpassent les performances du PEHD, ce qui le rend idéal pour les pièces qui doivent résister à la courbure, à la compression ou à la déformation sans se fissurer. Les charnières et les pièces fonctionnelles peuvent supporter les contraintes répétées et l'usure avec un travail de rupture de 3 200 J/m² et une résistance à la fatigue par flexion Ross supérieure à 100 000 cycles (à 23 °C). Avec une couleur gris foncé mat, Tough 1000 Resin est conçu pour des applications qui nécessitent des surfaces lisses et des finitions à faible friction.

Tough 1000 Resin est une nouvelle formule optimisée pour la technologie des imprimantes de la série Form 4, avec une résistance à la rupture 5x supérieure, un EAB 2x supérieur, et une résistance à la température, au fluage et au vieillissement améliorée par rapport à Durable Resin.

| Propriétés des matériaux ¹ | | | MÉTHODE |
|---|--------------------------|-------------------------------|--|
| | Pièce brute ² | Post-polymérisée ³ | |
| Propriétés en traction ¹ | | | MÉTHODE |
| Résistance à la rupture par traction | 23,7 MPa | 26,3 MPa | ASTM D638-14 |
| Module de traction | 844 MPa | 932 MPa | ASTM D638-14 |
| Résistance à la déformation par traction | 18,6 MPa | 21,4 MPa | ASTM D638-14 |
| Allongement limite | 4,8 % | 5,0 % | ASTM D638-14 |
| Allongement à la rupture | 217 % | 180 % | ASTM D638-14 |
| Propriétés en flexion ¹ | | | MÉTHODE |
| Résistance à la flexion | 22,6 MPa | 29,0 MPa | ASTM D790-17 |
| Module de flexion | 595 MPa | 761 MPa | ASTM D790-17 |
| Propriétés de ténacité ¹ | | | MÉTHODE |
| Résistance au choc Izod | 69 J/m | 72 J/m | ASTM D256-10 |
| Résistance au choc Izod sans entaille | Pas de rupture | Pas de rupture | ASTM D4812-11 |
| Résistance au choc Charpy avec entaille | 7,6 kJ/m ² | 9,0 kJ/m ² | ISO 179-1 |
| Résistance au choc Charpy sans entaille | Pas de rupture | 180 kJ/m ² | ISO 179-1 |
| Résistance aux chocs Gardner à une épaisseur de 0,79 mm (1/32") | 13,1 J | 13,1 J | ASTM D5420-21 |
| Résistance aux chocs Gardner à une épaisseur de 1,6 mm (1/16") | 14,0 J | 14,5 J | ASTM D5420-21 |
| Résistance à la fatigue par flexion Ross | >100 000 cycles | >100 000 cycles | Interne (23 °C, déviation de 30 degrés à 1 Hz) |
| Propriétés de rupture ¹ | | | MÉTHODE |
| Facteur d'intensité de contraintes maximum (Kmax) | Non testé | 1,94 MPa · m ^{1/2} | ASTM D5045-14 |
| Travail de rupture (W _r) | Non testé | 3200 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 mesurées sur des pièces brutes imprimées sur la Form 4 avec les paramètres Tough 1000 Resin à 100 µm, puis lavées dans la Form Wash V2 pendant 10-10 minutes dans de l'alcool isopropylique à >99 %.

³ Les données ont été mesurées sur des pièces imprimées sur la Form 4 avec les paramètres Tough 1000 Resin à 100 µm, puis lavées dans la Form Wash V2 pendant 10-10 minutes dans de l'alcool isopropylique à >99 %, et post-polymérisées à 70 °C pendant 15 minutes dans la Form Cure V2.

| Propriétés des matériaux ¹ | | | MÉTHODE |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| | Pièce brute ² | Post-polymérisée ³ | |
| Propriétés thermiques ¹ | | | MÉTHODE |
| Température de fléchissement sous charge à 1,8 MPa | 40,4 °C | 44,6 °C | ASTM D648-16 |
| Température de fléchissement sous charge à 0,45 MPa | 49,7 °C | 55,3 °C | ASTM D648-16 |
| Dilatation thermique (0 – 150 °C) | 161,6 µm/m/°C | 168,2 µm/m/°C | ASTM E831-19 |
| Inflammabilité | Non testé | HB | UL 94 |
| Propriétés électriques ¹ | | | MÉTHODE |
| | Post-polymérisée ³ | | |
| Solidité diélectrique | 15,1 kV/mm | | ASTM D149-20 |
| Constante diélectrique (50 Hz) | 0,014 | | ASTM D150 (50 Hz) |
| Constante diélectrique (1 kHz) | 0,013 | | ASTM D150 (1 kHz) |
| Facteur de dissipation (50 Hz) | 3,70 | | ASTM D150 (50 Hz) |
| Facteur de dissipation (1 kHz) | 3,59 | | ASTM D150 (1 kHz) |
| Résistivité volumique | 4 * 10 ¹⁵ Ω-cm | | ASTM D257-14 |
| Autres propriétés ¹ | | | MÉTHODE |
| Dureté Shore D | 56D | | ASTM D2240 |
| Densité apparente | 1,07 g/mL | | ASTM D792-20 |
| Viscosité à 25 °C | 4030 cP | | ASTM D792-20 |
| Densité liquide | 1,01 g/mL | | ASTM D792-20 |

COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

Gain de poids pour un cube de 1 cm d'arête, imprimé et polymérisé, 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 %) | 0,2 | Isooctane (essence) | 39,8 |
| Acétone | 30,4 | Huile minérale (légère) | 0,0 |
| Alcool isopropylique | 6,9 | Huile minérale (lourde) | 0,1 |
| Eau de Javel (NaOCl ~5 %) | 0,0 | Eau salée (3,5 % NaCl) | 0,2 |
| Acétate de butyle | 38,9 | Solution d'hydroxyde de sodium (0,025 % pH = 10) | 0,2 |
| Carburant diesel | 0,7 | Eau | 0,0 |
| Éther monométhylrique de diéthylène-glycol | 6,9 | Xylène | 62,7 |
| Huile hydraulique | 0,1 | Acide fort (HCl concentré) | 7,3 |
| Skydrol 5 | 5,0 | TPM | 7,0 |
| Peroxyde d'hydrogène (à 3 %) | 0,2 | | |

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 mesurées sur des pièces brutes imprimées sur la Form 4 avec les paramètres Tough 1000 Resin à 100 µm, puis lavées dans la Form Wash V2 pendant 10+10 minutes dans de l'alcool isopropylique à >99 %.

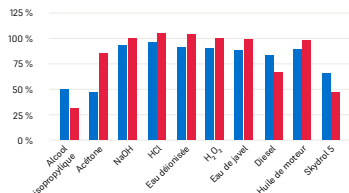
³ Les données ont été mesurées sur des pièces imprimées sur la Form 4 avec les paramètres Tough 1000 Resin à 100 µm, puis lavées dans la Form Wash V2 pendant 10+10 minutes dans de l'alcool isopropylique à >99 %, et post-polymérisées à 70 °C pendant 12 minutes dans la Form Cure V2.

Compatibilité chimique (ASTM D543)

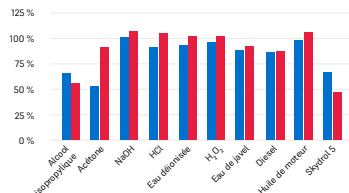
La compatibilité chimique a été testée conformément à la norme ASTM D543. L'influence de divers produits chimiques a été testée en mesurant le module de traction et la résistance après différentes durées d'exposition. Les échantillons exposés ont été stockés dans des récipients et entièrement immergés 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, au moyen d'échantillons de traction 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.

| Solvant | Alcool isopropylique | Acétone | NaOH (0,025% pH=10) | HCl (10 %) | Eau déionisée | H ₂ O ₂ (3 %) | Eau de javel (~5 % NaOCl) | Diesel | Huile de moteur | Skydrol 5 |
|----------------------------|----------------------|---------|---------------------|------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------|--------|-----------------|-----------|
| Module relatif | | | | | | | | | | |
| 1 jour | 52 % | 47 % | 94 % | 97 % | 91 % | 91 % | 88 % | 83 % | 91 % | 65 % |
| 1 semaine | 34 % | 87 % | 101 % | 105 % | 105 % | 100 % | 100 % | 68 % | 99 % | 46 % |
| Résistance relative | | | | | | | | | | |
| 1 jour | 66 % | 53 % | 102 % | 92 % | 94 % | 95 % | 89 % | 86 % | 98 % | 68 % |
| 1 semaine | 56 % | 92 % | 108 % | 106 % | 102 % | 102 % | 93 % | 88 % | 107 % | 47 % |
| Allongement relatif | | | | | | | | | | |
| 1 jour | 109 % | 99 % | 87 % | 94 % | 94 % | 96 % | 87 % | 95 % | 103 % | 91 % |
| 1 semaine | 140 % | 138 % | 117 % | 111 % | 118 % | 117 % | 80 % | 141 % | 133 % | 97 % |
| Masse relative | | | | | | | | | | |
| 1 jour | 111 % | 144 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 103 % | 100 % | 107 % |
| 1 semaine | 130 % | 142 % | 100 % | 100 % | 100 % | 101 % | 100 % | 108 % | 100 % | 116 % |

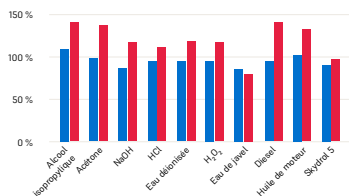
Module de tension après la durée d'immersion



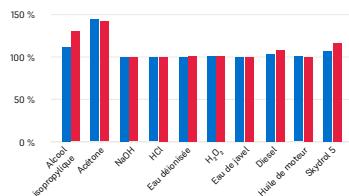
Résistance à la rupture par tension après la durée d'immersion



Allongement à la rupture après la durée d'immersion



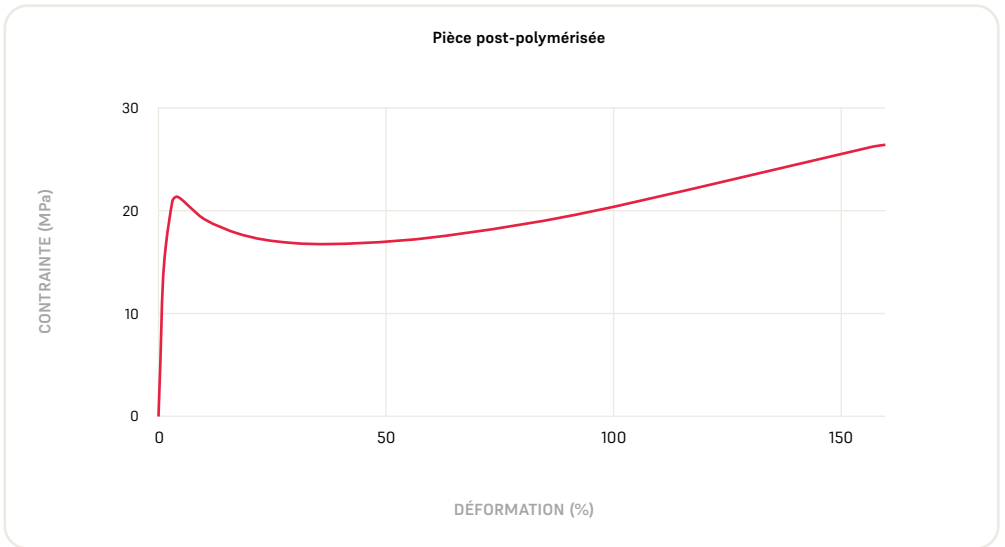
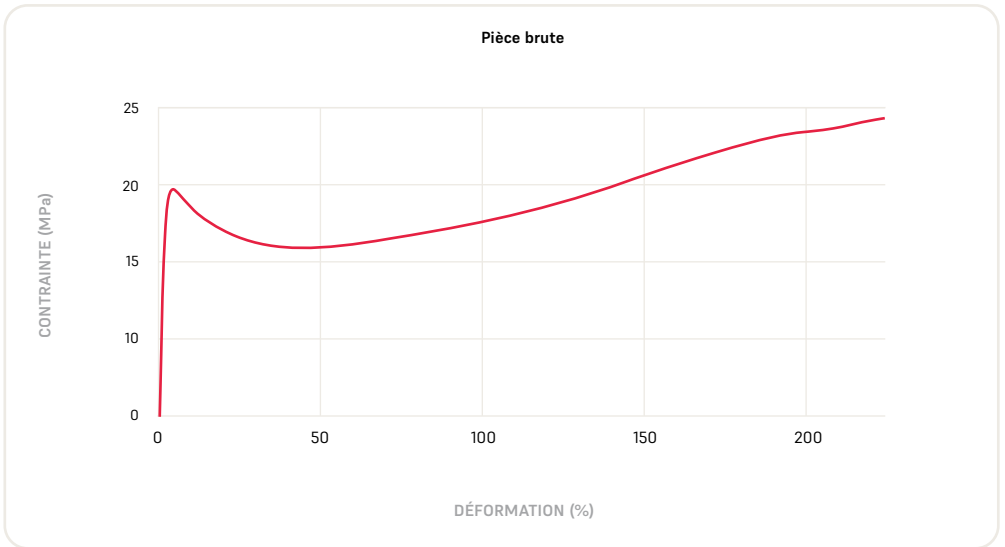
Absorption de masse après la durée d'immersion



● 1 JOUR ● 1 SEMAINE

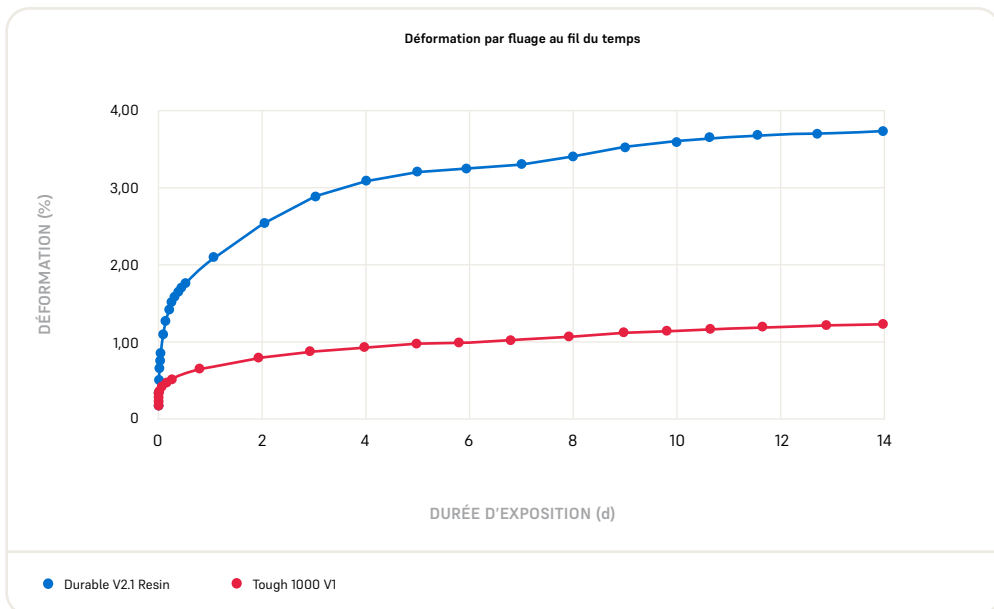
Courbe de traction représentative (norme ASTM D638-14)

Type I, 50 mm/min



Fluage en flexion ISO 6602

Formlabs a évalué la résistance au fluage de Tough 1000 Resin 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 pendant 14 jours.



Analyse mécanique dynamique (DMA)

Une courbe DMA de Tough 1000 Resin allant de 0 °C jusqu'à 140 °C à 3 °C/min est présentée. On observe une transition vitreuse à 106,6 °C, ainsi qu'une inflexion du module de conservation (élastique) à 68,4 °C.

