
**Plastiques — Détermination de la ténacité
à la rupture (G_{IC} et K_{IC}) — Application de
la mécanique linéaire élastique de la
rupture (LEFM)**

AMENDEMENT 1: Lignes directrices
relatives à l'essai des matériaux plastiques
moulés par injection contenant des fibres de
renfort discontinues

<https://standards.iteh.org/standards/iso/13586/2000/1/2003/>
ISO 13586:2000/Amd 1:2003
*Plastics — Determination of fracture toughness (G_{IC} and K_{IC}) — Linear
elastic fracture mechanics (LEFM) approach*

*AMENDMENT 1: Guidelines for the testing of injection-moulded plastics
containing discontinuous reinforcing fibres*



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13586:2000/Amd 1:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167-cf6aae94861c/iso-13586-2000-amd-1-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167-cf6aae94861c/iso-13586-2000-amd-1-2003>

© ISO 2003

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'Amendement 1 à l'ISO 13586:2000 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 2, *Propriétés mécaniques*. Il est basé sur les lignes directrices élaborées à l'origine par le comité technique TC 4 de la European Structural Integrity Society (ESIS).

[ISO 13586:2000/Amd 1:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167-cf6aae94861c/iso-13586-2000-amd-1-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167-cf6aae94861c/iso-13586-2000-amd-1-2003>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13586:2000/Amd 1:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167-cf6aae94861c/iso-13586-2000-amd-1-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167-cf6aae94861c/iso-13586-2000-amd-1-2003>

Plastiques — Détermination de la ténacité à la rupture (G_{IC} et K_{IC}) — Application de la mécanique linéaire élastique de la rupture (LEFM)

AMENDEMENT 1: Lignes directrices relatives à l'essai des matériaux plastiques moulés par injection contenant des fibres de renfort discontinues

Page 1

Mettre à jour l'Article 2 (Références normatives) comme suit:

Remplacer l'ISO 604:1993 par l'ISO 604:2002 (même titre).

Remplacer l'ISO 5893:1993 par l'ISO 5893:2002, *Appareils d'essai du caoutchouc et des plastiques — Types pour traction, flexion et compression (vitesse de translation constante) — Spécifications.*

(standards.iteh.ai)

Page 17

ISO 13586:2000/Amd 1:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167->

Ajouter les références suivantes dans la Bibliographie: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/008b2e1c-a88b-455d-a167->

- [8] FOLKES, M. *Short fibre reinforced thermoplastics*, Research Studies Press, J. Wiley (1992)
- [9] LOWE, A.C., MOORE, D.R., RUTTER, P.M. *Impact and dynamic fracture of polymers and composites*, ESIS Publication 19, edited by J.G. Williams and A. Pavan, p. 383, MEP Ltd (London) (1995)
- [10] MOORE, D.R., *Experimental Methods in the Application of Fracture Mechanics Principles to the Testing of Polymers and Composites*, Chapter 1, p. 59, *The Measurement of K_C and G_C at Slow Speeds for Discontinuous Fibre Composites*, edited by B.R.K. Blackman, D.R. Moore, A. Pavan and J.G. Williams, ISBN 008 043689 7, Elsevier Science (2001)
- [11] DAVIS, M., MOORE, D.R. *Composites Science & Technology*, **40**, p. 131 (1991)

Page 17

Ajouter l'annexe suivante avant la Bibliographie.

Annexe B (informative)

Lignes directrices pour l'essai des matériaux plastiques moulés par injection contenant des fibres de renfort discontinues

B.1 Généralités

L'ISO 13586 a été élaborée pour les plastiques non renforcés. Cependant, avec la prolifération des artefacts moulés par injection fabriqués en matériaux plastiques renforcés par des fibres, il est apparu approprié de donner des recommandations aux utilisateurs qui souhaitent appliquer la présente Norme internationale pour mesurer la ténacité des matériaux composites renforcés. Bien que le fondement théorique qui sous-tend la présente norme montre que celle-ci ne peut pas être rigoureusement appliquée aux matériaux plastiques renforcés, des résultats informatifs peuvent être obtenus.

Lorsque l'on applique la présente Norme internationale aux matériaux plastiques moulés par injection contenant des fibres de renfort discontinues, trois problèmes apparaissent. Le premier concerne la morphologie de l'échantillon découlant de la méthode de fabrication par moulage par injection. Le second se rapporte à une caractéristique liée à la formation des fissures, et le troisième concerne, d'une part, l'application de la LEFM à cette classe de matériaux anisotropes hétérogènes et, d'autre part, la validité des valeurs de ténacité.

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

B.2 Incidence du moulage par injection sur l'alignement des fibres

ISO 13586:2000/Amd 1:2003

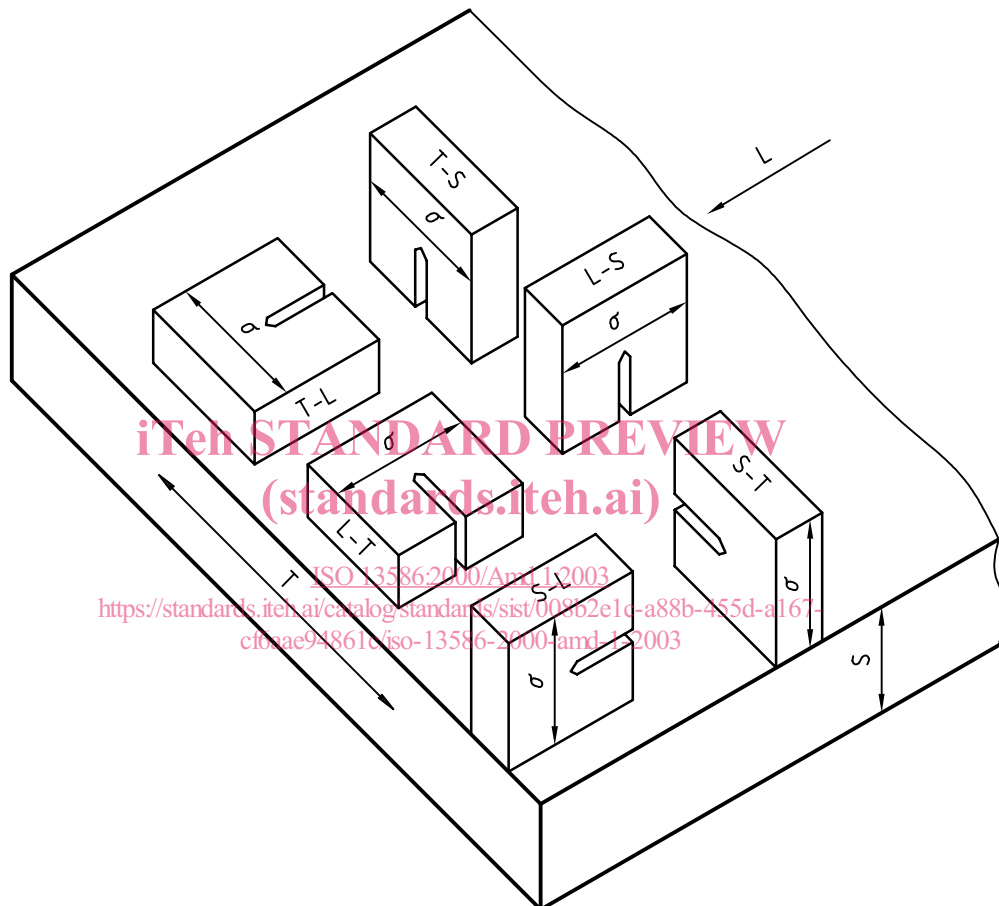
Pendant le moulage par injection des matériaux plastiques contenant des fibres de renfort discontinues, la matière fondue est transférée dans un moule sous un champ de contrainte de cisaillement. Cela induit l'alignement des fibres dans la direction de remplissage du moule. Toutefois, la matière fondue entre en contact avec la surface froide du moule et se solidifie rapidement. Ainsi, les fibres alignées dans la direction de remplissage du moule sont généralement voisines de la surface de celui-ci. La matière fondue qui pénètre dans la zone centrale ou dans la zone du cœur du moule est ensuite soumise à un champ de contraintes où les déformations sont en élévation, c'est-à-dire un champ de contraintes divergentes^[8]. Il s'ensuit un alignement des fibres dans la zone du cœur approximativement à angle droit par rapport à la direction de remplissage du moule. En termes simplistes, l'épaisseur de l'objet moulé a une structure peau-chair-peau. Bien sûr, il s'agit en réalité de la simplification excessive d'une orientation beaucoup plus complexe des fibres, qui permet toutefois d'évaluer grossièrement la ténacité de manière appropriée. L'épaisseur du moule détermine ensuite quelle est la couche dominante, les objets moulés à parois minces comprenant davantage de peau et ceux à parois plus épaisses davantage de chair.

B.3 Recommandations pour la préparation des échantillons

Ces recommandations imposent de connaître la direction de remplissage du moule à partir du procédé de moulage par injection pour le matériau à soumettre à l'essai. Un objet moulé par injection se caractérise par une anisotropie dans le plan et par une hétérogénéité dans le sens de l'épaisseur. L'objet moulé a trois directions mutuellement perpendiculaires comme suit:

- L Sens longitudinal, c'est-à-dire dans le sens de la mise en œuvre;
- T Sens transversal, c'est-à-dire dans le sens de la largeur du moule;
- S Sens transversal court, c'est-à-dire dans le sens de l'épaisseur.

La feuille anisotrope, représentée à la Figure B.1, possède six directions différentes de ténacité pour lesquelles on peut utiliser six éprouvettes désignées T-S, L-S, S-T, T-L, L-T et S-L aux fins de mesurage. La première lettre désigne la direction normale au plan de la fissure, c'est-à-dire la direction de la contrainte appliquée pour engendrer une fissure colinéaire. La deuxième lettre représente le sens présumé de propagation de la fissure. Cependant, en pratique, les éprouvettes doivent être découpées avec une épaisseur égale à celle de l'objet moulé, de façon à ne pouvoir utiliser que les éprouvettes T-L et L-T, et il y a lieu de préparer à la fois des éprouvettes T-L et L-T. De cette manière, les éprouvettes T-L et L-T ont chacune une épaisseur, h , égale à l'épaisseur du moule. Il est possible d'utiliser soit des éprouvettes SENB, soit des éprouvettes CT. Il convient de ne pas prélever les éprouvettes près de l'arête de l'objet moulé. Il est bon que le rayon de l'extrémité de l'entaille soit net et que sa valeur recommandée ne soit pas inférieure à 50 μm .



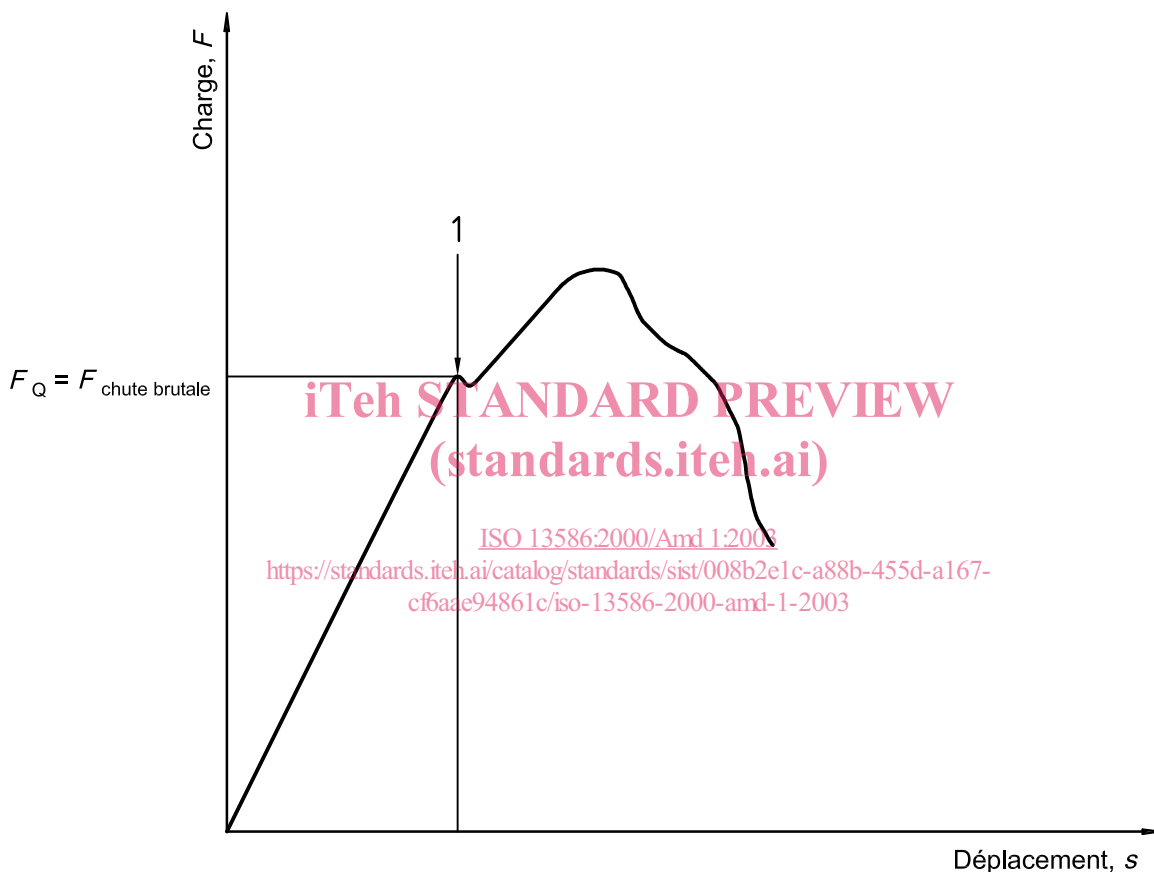
Légende

- L direction longitudinale (direction de remplissage du moule)
- T sens transversal (sens de la longueur)
- S sens transversal (sens de l'épaisseur)
- σ direction d'application de la contrainte

Figure B.1 — Configuration de l'éprouvette pour une feuille anisotrope (illustrée pour l'éprouvette CT)

B.4 Recommandations pour l'interprétation de la courbe charge-déplacement en cas de «chute brutale» de la charge

Lorsque des matériaux plastiques moulés par injection contenant des fibres de renfort discontinues sont soumis à essai, on observe parfois une diminution de la force (appelée «chute brutale»)^[9] sur la courbe charge-déplacement avant le pic principal représenté à la Figure B.2. Ce pic initial est suivi d'une chute qui peut, elle-même, être suivie d'un autre accroissement souvent significatif. Si la rigidité, c'est-à-dire la pente de la courbe force-déplacement, diminue après la décroissance de la force, il est probable que la fissure soit amorcée. Si tel est le cas, il convient de considérer la valeur de la force à laquelle se produit la «chute brutale» comme étant F_Q . Lorsqu'il ne se produit pas de «chute brutale», il convient d'interpréter le tracé de la courbe conformément à la description donnée dans l'Article 6 et à la Figure 7.



Légende

- 1 «chute brutale»

Figure B.2 — Courbe charge-déplacement correspondant à une éprouvette entaillée fabriquée en matériau plastique moulé par injection contenant des fibres de renfort discontinues, en cas de «chute brutale»

B.5 Recommandations pour l'évaluation de la colinéarité de la propagation de la fissure

Il convient que la propagation de la fissure dans les matériaux polymères homogènes soit colinéaire et qu'elle évolue dans la direction perpendiculaire à la direction d'application de la contrainte. Cependant, pour un composite renforcé par des fibres discontinues, la propagation de la fissure n'est généralement pas colinéaire. L'évaluation de l'ampleur de la non-colinéarité de chaque éprouvette après l'essai a une valeur informative. Il est recommandé de procéder à cette évaluation en observant tout d'abord la surface fracturée vue de dessus pour considérer la propagation de la fissure, puis d'examiner le plan de la fissure. Une observation à l'œil nu de la vue de dessus donne des informations sur le degré de colinéarité au bord de l'éprouvette, c'est-à-dire dans la couche de la «peau». Ensuite, un examen microscopique du plan de la fissure permet d'estimer l'épaisseur de la peau, t_S , et celle du cœur, t_C . Ces régions peuvent être identifiées en raison de l'alignement préférentiel des fibres pendant le moulage par injection tel que décrit à l'Article B.2. Quand la fissure se propage à travers une région du moule où l'alignement des fibres lui est parallèle, une surface de rupture lisse est observée. En revanche, lorsque la fissure se propage dans une région du moule où l'alignement des fibres est perpendiculaire à la fissure, la surface de rupture observée est rugueuse. Il s'ensuit, par conséquent, que la surface de rupture de l'éprouvette L-T a une couche centrale lisse et des couches de peau rugueuses. Par contre, la surface de rupture des éprouvettes T-L a une couche centrale rugueuse et des couches de peau lisses.

B.6 Estimation de la proportion lisse des éprouvettes L-T et T-L

Le mesurage par un moyen optique de l'épaisseur de la couche de peau, t_S , et de l'épaisseur de la couche centrale, t_C , permet d'estimer la quantité de rupture lisse, appelée proportion lisse. Dans les éprouvettes T-L, la proportion lisse est la valeur de $2t_S/h$ et pour les éprouvettes L-T, c'est la valeur de t_C/h , où h est l'épaisseur de l'éprouvette telle que définie à la Figure 1 pour l'éprouvette SENB et à la Figure 3 pour l'éprouvette CT.

Une proportion lisse d'unité implique que la surface de rupture est complètement lisse (comme on l'obtiendrait en provoquant la rupture d'un polymère non renforcé), alors qu'une proportion lisse zéro implique que la surface de rupture est totalement rugueuse. Les résultats d'essais interlaboratoires^[10] obtenus par ESIS TC 4 sur un composite verre polyamide 50 % en masse sont représentés à la Figure B.3. La référence [4] aborde en détail la nature des résultats, l'interprétation de la surface de rupture et la forme de la courbe de la Figure B.3. Un débat plus large s'écarte du domaine d'application de la présente méthode d'essai. Les résultats montrent que pendant que la proportion lisse tend vers l'unité, la valeur de K_C devrait tendre vers la valeur de déformation plane pour la résine. À partir de ces données, une valeur K_C anticipée pour la résine d'environ $3,5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ est suggérée, ce qui paraît effectivement raisonnable. Lorsque la proportion lisse tend vers zéro, le processus de la rupture est dominé par un effilage des fibres et par leur rupture, et l'on s'attend à une valeur élevée de K_C , ce qui a été effectivement observé.