
**Adhésifs — Détermination du
comportement en cisaillement de joints
structuraux —**

Partie 1:

**Méthode d'essai en torsion de cylindres creux
collés bout à bout**

[ISO 11003-1:1993](https://standards.iso.org/iso-11003-1:1993)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d42c3b-b51e-4dd4-a9c7-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d42c3b-b51e-4dd4-a9c7-515126b901b2/iso-11003-1-1993)

[515126b901b2/iso-11003-1-1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d42c3b-b51e-4dd4-a9c7-515126b901b2/iso-11003-1-1993)

Adhesives — Determination of shear behaviour of structural bonds —

Part 1: Torsion test method using butt-bonded hollow cylinders



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 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.

La Norme internationale ISO 11003-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 11, *Produits*.

L'ISO 11003 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général *Adhésifs — Détermination du comportement en cisaillement de joints structuraux*:

- *Partie 1: Méthode d'essai en torsion de cylindres creux collés bout à bout*
- *Partie 2: Méthode d'essai en traction sur éprouvette épaisse*

© ISO 1993

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Adhésifs — Détermination du comportement en cisaillement de joints structuraux —

Partie 1:

Méthode d'essai en torsion de cylindres creux collés bout à bout

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11003 prescrit un essai de cisaillement pour la caractérisation des adhésifs dans un joint. Les valeurs des contraintes de cisaillement en fonction de la déformation (y compris le module de cisaillement) sont utiles pour les travaux de conception assistée, par exemple par la méthode des éléments finis.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 11003. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 11003 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 291:1977, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*.

ISO 4588:1989, *Adhésifs — Préparation des surfaces métalliques pour le collage par adhésif*.

ISO 10365:1992, *Adhésifs — Désignation des principaux faciès de rupture*.

3 Principe

La déformation de l'adhésif entre deux cylindres creux collés bout à bout est déterminée en fonction du couple appliqué jusqu'à la rupture du joint. La symétrie circulaire de l'échantillon conduit à un cisaillement pur avec une déformation uniforme dans le joint. Il n'y a pas de pic dans la distribution de contrainte puisque le joint adhésif est continu dans la direction du déplacement.

4 Appareillage

4.1 Machine d'essai de torsion, de performance 300 N·m, de préférence 1 000 N·m. Une autre alternative consiste à utiliser une machine d'essai en traction. La machine doit comporter un équipement pour l'enregistrement du couple instantané avec une erreur inférieure à 1 %. Les transmissions cardan doivent être précisément alignées et tous les boulons et orifices soigneusement usinés de sorte que les éprouvettes soient montées sur l'appareil et essayées libres de contraintes non contrôlées. La machine de traction doit être équipée d'une enceinte thermostatée adéquate si des essais à des températures différentes de l'ambiante sont nécessaires.

4.2 Capteur de déplacement (voir figure 1), capable de mesurer le déplacement relatif des deux supports l'un par rapport à l'autre c'est-à-dire la déformation de l'adhésif. Le capteur et la cible qui lui est associée doivent être fixés solidement sur les deux supports

comme indiqué sur la figure 1. La sensibilité du capteur doit être ajustable pour permettre la variation de la pleine échelle sur l'enregistreur de $2 \mu\text{m}$ et jusqu'à $1\,000 \mu\text{m}$. La résolution du capteur doit être de $1,2 \mu\text{m}$ ou meilleure, et l'erreur au-delà de 30 % de la pleine échelle doit être inférieure à $\pm 5 \%$ pour toute la gamme de sensibilité. Le capteur doit avoir un poids faible et être de construction robuste puisqu'il est soumis à de fortes accélérations lors de la rupture de l'éprouvette.

5 Éprouvettes

5.1 Matériau des supports

Un alliage d'aluminium est un matériau adapté pour les supports. D'autres matériaux sont acceptables pourvu que le matériau (y compris les couches superficielles provenant d'un traitement de surface) ait un module de cisaillement au moins dix fois plus élevé que celui de l'adhésif.

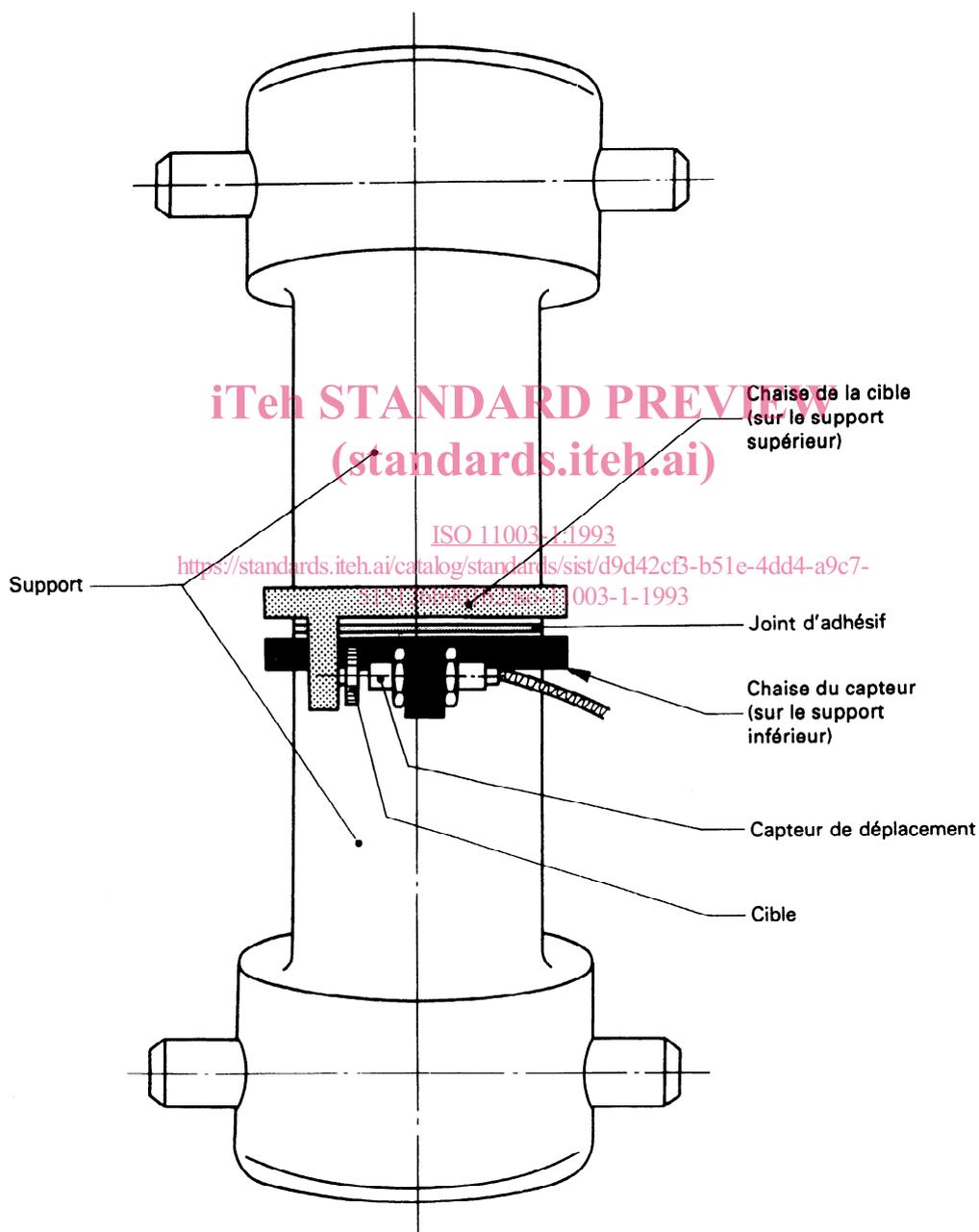


Figure 1 — Éprouvette bout à bout, avec le capteur de déplacement, fixée sur la machine d'essai

5.2 Préparation des surfaces avant collage

Les surfaces à coller doivent être préparées conformément à l'ISO 4588, sauf prescription particulière.

5.3 Assemblage

Préparer les éprouvettes selon les instructions du fabricant de l'adhésif. Les informations relatives au conditionnement des éprouvettes doivent être indiquées dans le rapport d'essai.

Un joint entièrement rempli d'adhésif est essentiel pour effectuer correctement l'essai. Les deux sup-

ports doivent être collés coaxialement, avec un écart latéral maximum entre leurs deux axes de $0,02r_0$. À leur extrémité, les deux cylindres creux peuvent être alignés à l'aide d'un embout en polytétrafluoroéthylène.

Un anneau résistant à la température, inséré entre l'embout en polytétrafluoroéthylène et placé juste en dessous du joint d'adhésif permet d'éviter l'écoulement du mélange adhésif hors du joint. Aux autres extrémités du support, deux plaques fixées sur une tige filetée passant à travers l'embout en polytétrafluoroéthylène évitent tout déplacement au cours du durcissement (voir figure 2).

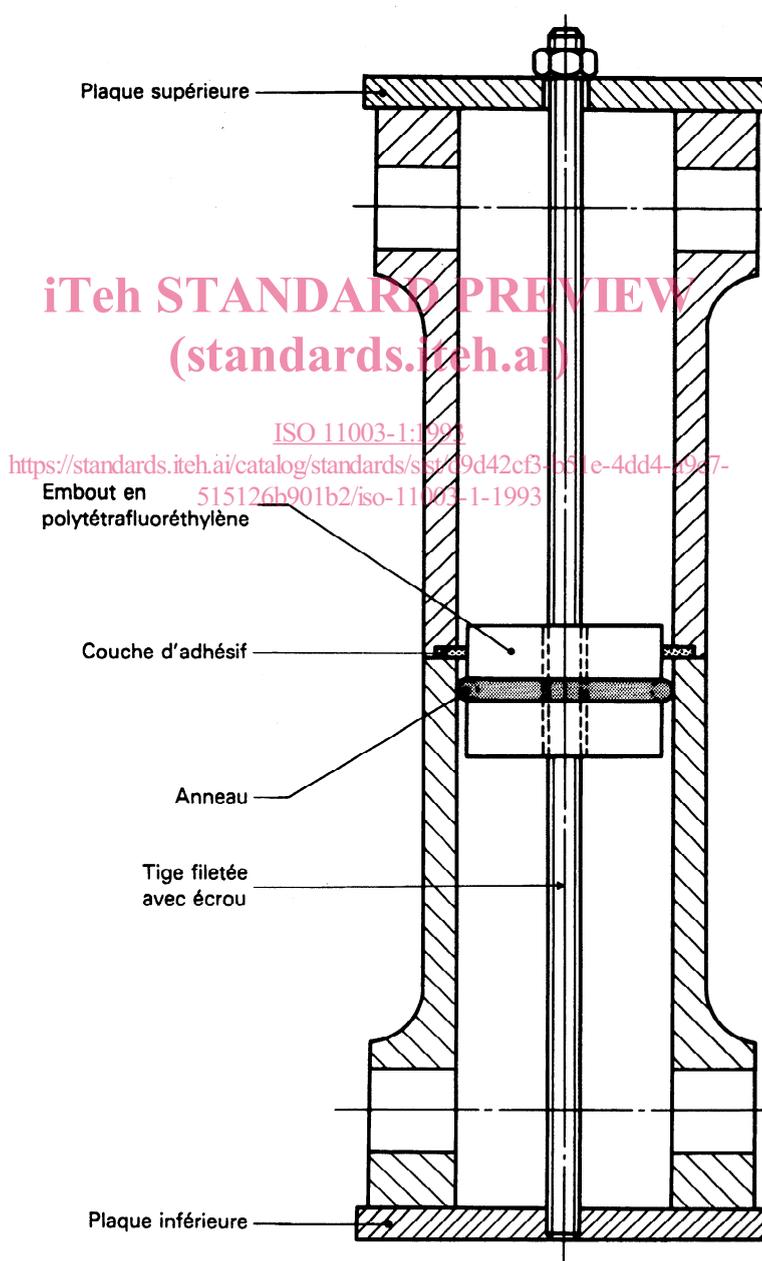
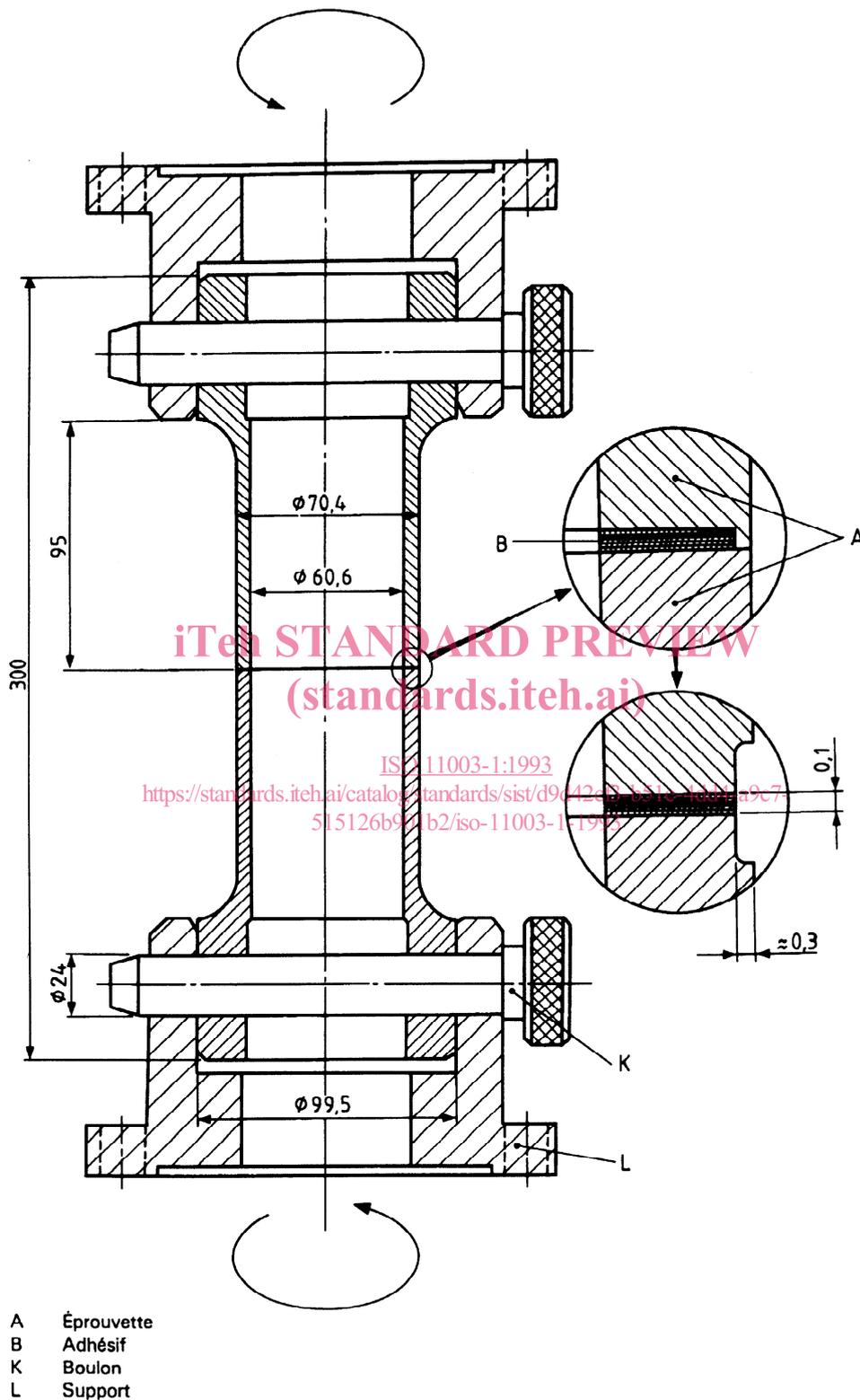


Figure 2 — Cylindres creux alignés coaxialement

Dimensions en millimètres



NOTE — La cale d'épaisseur qui contrôle l'épaisseur du joint est indiquée sur le gros plan supérieur. Avant d'effectuer l'essai, la cale d'épaisseur est éliminée comme indiqué sur le gros plan inférieur.

Figure 3 — Dimensions de l'éprouvette et des supports d'éprouvette

5.4 Joint d'adhésif

On utilise de préférence un joint d'adhésif d'épaisseur 0,1 mm ± 5 µm. Tout écart de cette gamme de valeurs doit être indiqué dans le rapport d'essai.

L'épaisseur du joint d'adhésif est définie par l'usinage d'une jante sur le périmètre d'un des supports. La jante joue le rôle d'une cale d'épaisseur entre les deux supports. L'adhésif est appliqué sur le support usiné de façon à remplir l'espace adjacent à la jante, avant de joindre les deux supports. Un évidement est pratiqué au tour dans la jante lorsque l'adhésif est durci (voir figure 3). La couche d'adhésif qui en résulte doit avoir une largeur égale à au moins dix fois son épaisseur.

5.5 Dimensions

Trois tailles d'éprouvettes (A, B, C) sont recommandées (voir tableau 1), bien que des tailles intermédiaires soient acceptables pourvu que

$$r_i \geq 0,8r_o$$

où

r_i est le rayon intérieur de chaque cylindre;

r_o est le rayon extérieur de chaque cylindre.

La largeur ($r_o - r_i$) du joint d'adhésif peut être réduite à un minimum de 0,1 r_o si le couple disponible n'est pas suffisant pour casser l'éprouvette.

Des valeurs appropriées pour la longueur de l'éprouvette et les dimensions pour les fixations de l'éprouvette sont indiquées sur la figure 3.

L'épaisseur du joint est contrôlée par une cale (voir 5.4 et figure 3).

Tableau 1 — Tailles recommandées pour l'éprouvette

Dimensions en millimètres

Éprouvette	Rayons	
	r_o	r_i
A	36	30
B	24	20
C	12	10

5.6 Nombre d'éprouvettes

Au moins cinq éprouvettes doivent être soumises à l'essai pour un adhésif donné.

6 Conditions d'essai

6.1 Températures

La température d'essai doit être l'une des températures normales définies dans l'ISO 291. La température de l'éprouvette doit être mesurée sur la surface extérieure du cylindre creux, dans une zone proche du joint d'adhésif (par exemple à l'aide de thermocouples). Une précision supérieure à ± 1 °C est nécessaire.

6.2 Vitesse de cisaillement

La vitesse de cisaillement $\dot{\gamma}$ de l'adhésif est de 0,005 s⁻¹ à 0,02 s⁻¹.

NOTE 1 On utilise de préférence 0,01 s⁻¹ comme vitesse de cisaillement $\dot{\gamma}$.

La vitesse correspondante du déplacement angulaire $\dot{\alpha}$ sur laquelle on règle la machine d'essai de torsion est donnée par l'équation

$$\dot{\alpha} = \frac{\dot{\gamma}d}{r_o}$$

d est l'épaisseur, en millimètres, du joint d'adhésif;

r_o est le rayon extérieur, en millimètres, de l'éprouvette (voir tableau 1).

7 Mode opératoire

Fixer les éprouvettes par exemple à l'aide de deux boulons sur l'appareil d'essai équipé si nécessaire d'une enceinte thermostatée. Par des ajustements adéquats, le joint n'est soumis à aucune sollicitation.

Enregistrer la partie initiale jusqu'à une déformation γ de 0,06 de la courbe couple/déplacement à trois reprises avec une haute résolution afin de déterminer le module de cisaillement. Ensuite, augmenter le couple jusqu'à la rupture du joint et enregistrer une courbe couple/déplacement complète à la bonne échelle d'amplification.

Examiner les surfaces des parties collées après la rupture. Rejeter les éprouvettes ayant les joints incomplètement remplis d'adhésif (ce qui est dû par exemple à des bulles ou vides).

8 Expression des résultats

8.1 La contrainte de cisaillement τ , exprimée en mégapascals, dans le joint de colle dans une région proche du bord extérieur est donnée par l'équation

$$\tau = \frac{2}{\pi} \times \frac{Mr_o}{r_o^4 - r_i^4}$$

où

M est le couple, en newtons millimètres, agissant dans le joint;

r_o est le rayon extérieur, en millimètres, des cylindres;

r_i est le rayon intérieur, en millimètres, des cylindres.

8.2 Le déplacement V_M mesuré durant l'essai se compose du déplacement V_A de l'adhésif et du déplacement V_T dû à la rotation des deux supports (voir figure 4). Par conséquent, la déformation en cisaillement γ dans un joint d'épaisseur d est donnée par l'équation

$$\gamma = \tan \alpha = \frac{V_A}{d} = \frac{V_M - V_T}{d}$$

où

V_A , V_M , V_T et d sont mesurés en millimètres;

α est l'angle de déplacement de la couche d'adhésif.

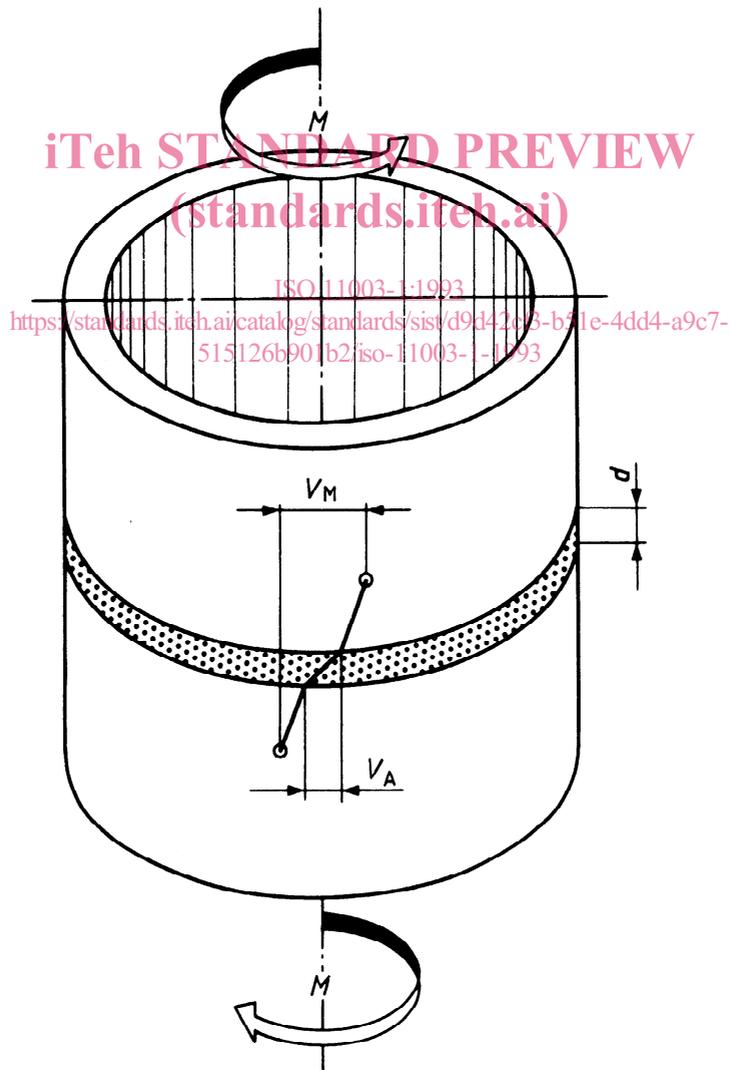


Figure 4 — Schéma des déplacements à la surface des cylindres collés

V_T est calculé à partir du module de cisaillement G_T du matériau avec lequel sont réalisés les supports et de la contrainte de cisaillement agissant dans les supports. Une alternative consiste à déterminer la déformation des supports V_T expérimentalement aux températures appropriées d'une éprouvette réalisée dans le même matériau et la même dimension mais sans joint adhésif.

8.3 Le module de cisaillement $G_A = \tau/\gamma$ de l'adhésif est déterminé à partir des pentes des parties initiales des trois courbes contrainte/déformation. Une zone linéaire pour une déformation faible indique un comportement élastique du joint de colle. On observe une ligne courbe si le polymère dans le joint se comporte de manière viscoélastique.

8.4 La moyenne arithmétique des résultats et l'écart-type doivent être calculés pour le module de cisaillement, la contrainte de cisaillement à la rupture (résistance en cisaillement) et la déformation en cisaillement à la rupture.

9 Fidélité

La fidélité de cette méthode d'essai n'est pas connue car des données interlaboratoires ne sont pas disponibles. Dès que des données interlaboratoires auront été obtenues, une déclaration de fidélité sera ajoutée lors d'une prochaine révision.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) référence à la présente partie de l'ISO 11003;
- b) tous renseignements nécessaires à l'identification de l'adhésif soumis à l'essai;
- c) tous renseignements nécessaires à l'identification du matériau avec lequel sont réalisés les supports;
- d) type d'éprouvette A, B, ou C (indiquer les diamètres intérieur et extérieur s'ils sont différents des dimensions recommandées);
- e) information détaillée sur toute préparation de surface utilisée;
- f) description de la méthode de collage, incluant la température et la pression, le temps de durcissement de l'adhésif et l'information relative au conditionnement des éprouvettes;
- g) épaisseur du joint d'adhésif;
- h) température d'essai;
- i) nombre d'éprouvette essayées;
- j) résultats individuels de cisaillement, de module, de contrainte de cisaillement à la rupture et la déformation en cisaillement à la rupture;
- k) gamme de couples et de déplacements utilisés;
- l) résultats moyens, y compris l'écart-type;
- m) diagramme de contrainte de cisaillement en fonction de la déformation en cisaillement;
- n) observations concernant les surfaces décollées conformément à l'ISO 10365;
- o) tout écart par rapport au mode opératoire prescrit susceptible d'avoir eu une répercussion sur les résultats.