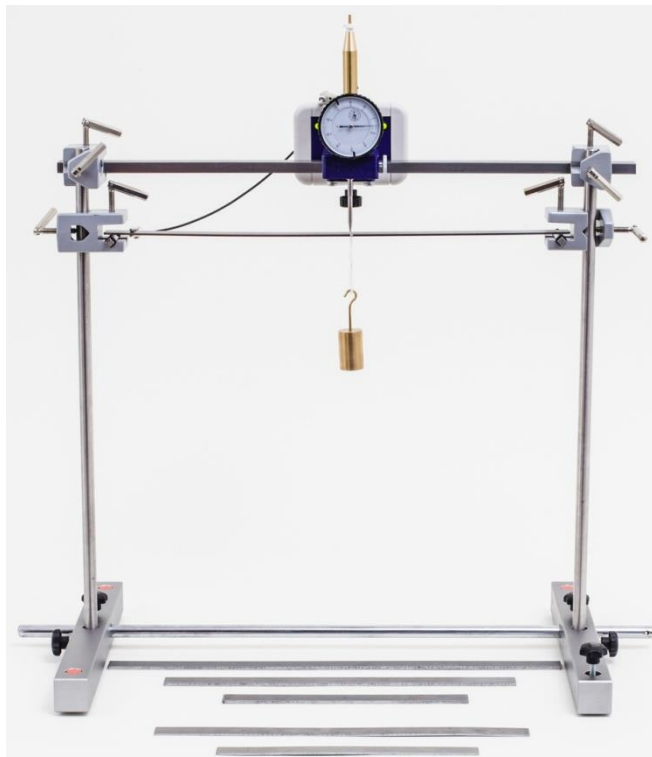


Jeu d'appareils Module d'élasticité 1018527

Instructions d'utilisation

05/16 TL/UD



1. Consignes de sécurité

Une utilisation conforme à la destination garantit un fonctionnement de l'appareil en toute sécurité. La sécurité n'est cependant pas garantie si l'appareil fait l'objet d'un maniement inapproprié ou s'il est manipulé avec imprudence.

S'il s'avère que son utilisation ne peut plus se faire sans danger (par ex. dans le cas de dommages visibles), l'appareil doit immédiatement être mis hors service.

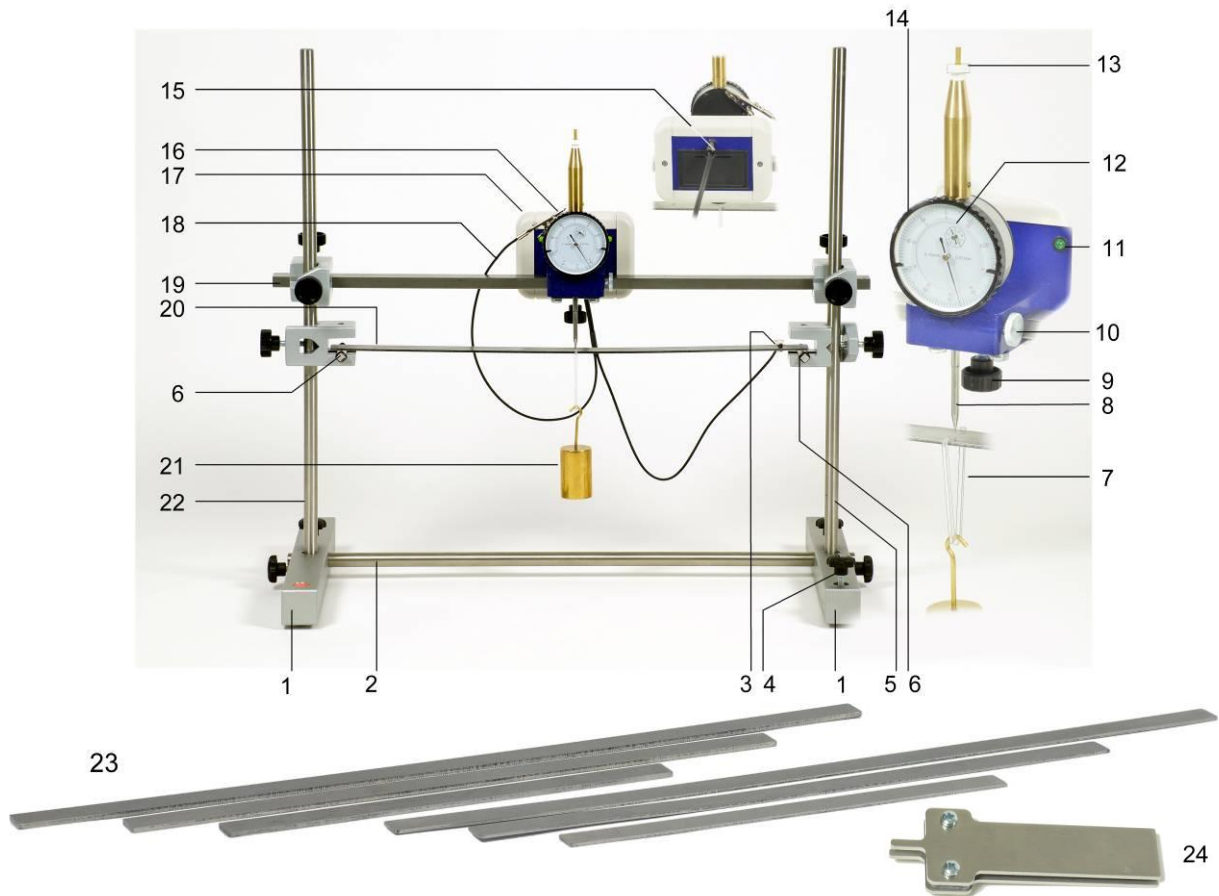
- N'utiliser l'appareil que dans des pièces sèches et non humides.
- Ne pas brancher de tensions externes sur la douille jack 3,5 mm du comparateur à cadran.
- Ne faire fonctionner le comparateur à cadran qu'avec la batterie 9 V fournie ou des batteries similaires (6F22).



Un glissement accidentel de la poutre horizontale supportant le comparateur à cadran hors de la noix universelle peut entraîner des dommages irréversibles du comparateur.

- Lors du montage et du démontage de la poutre horizontale supportant le comparateur à cadran, veiller à ce qu'elle ne glisse pas hors de la noix et tombe sur la table ou à terre.
- Avant et après le démontage, poser la poutre horizontale supportant le cadran uniquement sur le dos du boîtier plastique du comparateur à cadran. Auparavant, débrancher le câble connecteur pour le contact du palpeur de la douille jack 3,5 mm.

2. Fournitures



- 1 Pied à section carrée
- 2 Tige transversale de support
- 3 Pince crocodile pour échantillon matériau
- 4 Vis de compensation
- 5 Tige verticale de droite
- 6 Couteau d'appui
- 7 Attache pour crochet de masse
- 8 Palpeur
- 9 Vis de serrage Support du comparateur
- 10 Vis de serrage Comparateur à cadran
- 11 Voyant à LED Contact palpeur
- 12 Comparateur à cadran
- 13 Vis de réglage de hauteur Palpeur

- 14 Anneau gradué
- 15 Douille jack 3,5 mm pour câble Contact palpeur
- 16 Pince crocodile Comparateur à cadran
- 17 Support du comparateur à cadran
- 18 Câble de connexion Contact palpeur
- 19 Poutre horizontale
- 20 Echantillon matériau
- 21 Masse additionnelle 5x 50 g
- 22 Tige verticale de gauche
- 23 Échantillons matériau (6x)
- 24 Étau

3. Echantillons matériau

Largeur : Épaisseurs : Longueurs :

15 mm	2 mm	215 mm, 315 mm, 415 mm
15 mm	3 mm	215 mm, 315 mm, 415 mm

Matériau : acier

4. Caractéristiques techniques

Batterie pour comparateur à cadran : 9 V, 6F22

Course du comparateur à cadran : 0 – 10 mm

Résolution du comparateur à cadran : 0,01 mm

Dimensions : env. 550x280x500 mm³

Poids : env. 5,5 kg

5. Description

Le jeu d'appareils Module d'élasticité comprend six barres plates en acier de 15 mm de largeur et de différentes épaisseurs et longueurs, un comparateur à cadran avec support, une poutre horizontale avec support, deux couteaux d'appui, un étau et deux masses additionnelles avec attaches pour crochets porte-masses.

Ce kit permet d'étudier la déformation élastique de barres de géométrie plate et de calculer le module d'élasticité du matériau étudié (module de Young). Avec le comparateur à cadran, il est possible de mesurer la déformation élastique d'échantillons de matériaux conducteurs d'électricité, sans que la caractéristique de contrainte du comparateur ne doive être prise en considération. Le comparateur à cadran est relié électriquement avec l'échantillon matériau de telle manière que dès que le palpeur entre en contact avec l'échantillon, le contact est mesuré et affiché au moyen de deux voyants lumineux à LED. De cette façon, la mesure s'effectue presque sans contrainte c.-à-d. que la force appliquée sur l'échantillon est près de zéro. On mesure le fléchissement de l'échantillon chargé d'une masse additionnelle avec une précision de 0,01 mm et à partir de ces informations, on calcule le module d'élasticité.

Les mesures peuvent être réalisées sur des échantillons de matériaux en appui sur les deux côtés ou encastrés d'un seul côté.

6. Mise en marche

6.1 Échantillon matériau en appui sur deux côtés



Fig. 1 : Montage expérimental – échantillon matériau en appui sur deux côtés

- Dans un premier temps, ne montez que le support comprenant les deux pieds tubes à section carrée, la tige de support, les deux tiges verticales et les quatre noix universelles comme indiqué à la Fig. 1. Fixez les deux noix universelles pour la fixation de la poutre horizontale supportant le comparateur aux tiges verticales en les mettant à la même hauteur des deux côtés. Ensuite, fixez les deux noix universelles destinées à maintenir l'échantillon aux tiges verticales, env. 15 mm en dessous. Attention à l'orientation des noix universelles (voir Fig. 1) !
- Dans chaque noix, placez un couteau d'appui pour la fixation de l'échantillon matériau. Bloquez les couteaux au moyen des bagues de serrage.
- Réglez l'écart entre les deux pieds à section carrée de manière à ce que l'espacement entre les deux couteaux corresponde à la longueur effective de l'échantillon matériau à tester, c.-à-d. 200 mm, 300 mm ou 400 mm.
- Faites coulisser le comparateur avec son support sur la poutre horizontale et fixez-le au centre de la barre au moyen de la vis de serrage du comparateur.
- Fixez la poutre supportant le comparateur à cadran dans les deux noix universelles du haut (attention aux consignes de sécurité au point 1), de telle manière que le palpeur du comparateur soit placé exactement au centre des deux couteaux.
- Ajustez la position en hauteur du palpeur. Pour ce faire, vissez ou dévissez le palpeur au moyen de la vis de réglage de hauteur de façon à ce que la tige filetée dépasse d'env. 14 mm au-dessus de la vis de réglage de hauteur.
- Levez le palpeur et placez l'échantillon à mesurer sur les deux couteaux de telle sorte qu'il soit positionné à l'horizontale et de façon symétrique et que ses extrémités ne soient pas en contact avec les noix universelles. Posez le palpeur avec précaution sur l'échantillon matériau. Si l'échantillon n'est pas parfaitement à l'horizontale, corrigez-en la position en faisant coulisser les noix le long des tiges verticales.
- Les légères inclinaisons de l'échantillon, par ex. du fait de la non planéité de la surface de support, peuvent être corrigées au moyen de la vis de compensation.
- Branchez la fiche jack 3,5 mm du câble de contact du palpeur dans la douille jack au dos du comparateur à cadran. Fixez la première des deux pinces crocodiles du

câble de connexion à la borne correspondante du comparateur à cadran, et fixez la seconde à l'échantillon, comme indiqué à la Fig. 1.

- À l'aide de l'attache pour crochet porte-masse, accrochez la masse additionnelle exactement au centre de l'échantillon, à hauteur du palpeur.
- Avant de procéder à la mesure d'un échantillon plus court ou plus long, démontez dans un premier temps la poutre horizontale supportant le cadran (voir consignes de sécurité au point 1), réajustez l'espacement entre les deux pieds du support et continuez l'expérience comme décrit plus haut.

6.2 Échantillon matériau encastré d'un seul côté

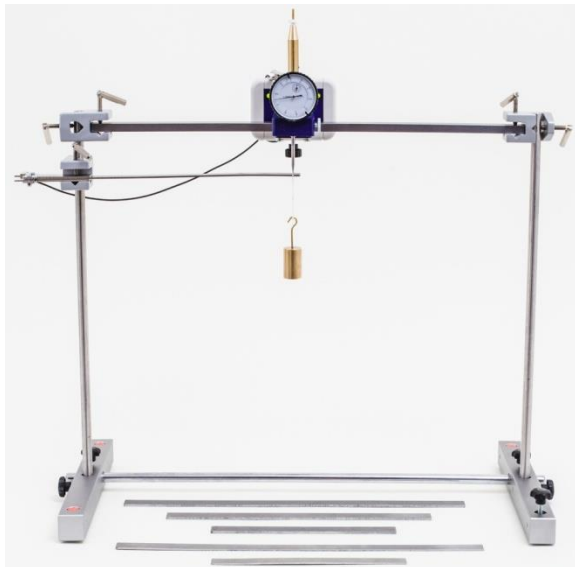


Fig. 2 : Montage expérimental – échantillon encastré d'un seul côté

- Assemblez le support comme indiqué à la Fig. 2. Fixez les deux noix universelles de fixation de la poutre horizontale supportant le cadran aux tiges verticales en les positionnant à la même hauteur des deux côtés, puis fixez la noix pour l'encastrement unilatéral de l'échantillon env. 15 cm au-dessous. Attention à l'orientation des noix universelles (voir Fig. 1) !
- Ajustez l'espacement entre les deux pieds à section carrée de telle manière que les extrémités de la poutre horizontale soient parfaitement alignées dans les noix universelles la supportant.
- Faites coulisser le comparateur à cadran et son support sur la poutre horizontale et fixez-le d'abord au centre de la poutre au

moyen de la vis de serrage du comparateur.

- Fixez la poutre horizontale supportant le cadran dans les deux noix universelles du haut (voir consigne de sécurité au point 1).
- Ajustez la position en hauteur du palpeur. Pour ce faire, vissez ou dévissez le palpeur au moyen de la vis de réglage de hauteur de façon à ce que la tige filetée dépasse d'env. 14 mm au-dessus de la vis de réglage de hauteur.
- Placez l'échantillon à mesurer dans le sens longitudinal dans l'étau puis fixez-le dans la noix universelle du bas, comme indiqué à la Fig. 2. Ce faisant, levez le palpeur du comparateur à cadran puis posez-le avec précaution sur l'échantillon matériau. Veillez à ce que les mâchoires de l'étau soient en alignement avec la noix universelle du côté où l'extrémité de l'échantillon dépasse du support.
- Dévissez la vis de serrage du comparateur avec support, levez le palpeur et faites coulisser le comparateur le long de la poutre horizontale de telle manière que le palpeur soit positionné quelques millimètres avant l'extrémité libre de l'échantillon.
- Branchez la fiche jack 3,5 mm du câble de connexion pour le contact du palpeur dans la douille jack au dos du comparateur à cadran. Fixez l'une des deux pinces crocodiles du câble de connexion à la borne correspondante du comparateur à cadran, et fixez l'autre à l'extrémité arrière de l'étau comme indiqué à la Fig. 2.
- À l'aide de l'attache pour crochet porte-masse, accrochez la masse additionnelle à l'échantillon, à hauteur du palpeur.

Remarques :

Si besoin, nettoyez les échantillons de matériaux au niveau du point de contact avec le palpeur au moyen d'un tissu abrasif de ponçage, comme une éponge de cuisine par exemple.

Concernant l'espacement entre les deux couteaux dans le cas d'échantillons en appui sur deux côtés, l'espacement entre le palpeur et le bord avant de l'étau dans le cas d'échantillons encastrés d'un seul côté, et enfin la largeur et l'épaisseur des échantillons, il convient de vérifier précisément les mesures en utilisant par ex. un mètre à ruban, 2 m, (1002603) ainsi qu'un pied à coulisse numérique (1002602), et de noter les valeurs mesurées.

7. Commande du comparateur à cadran

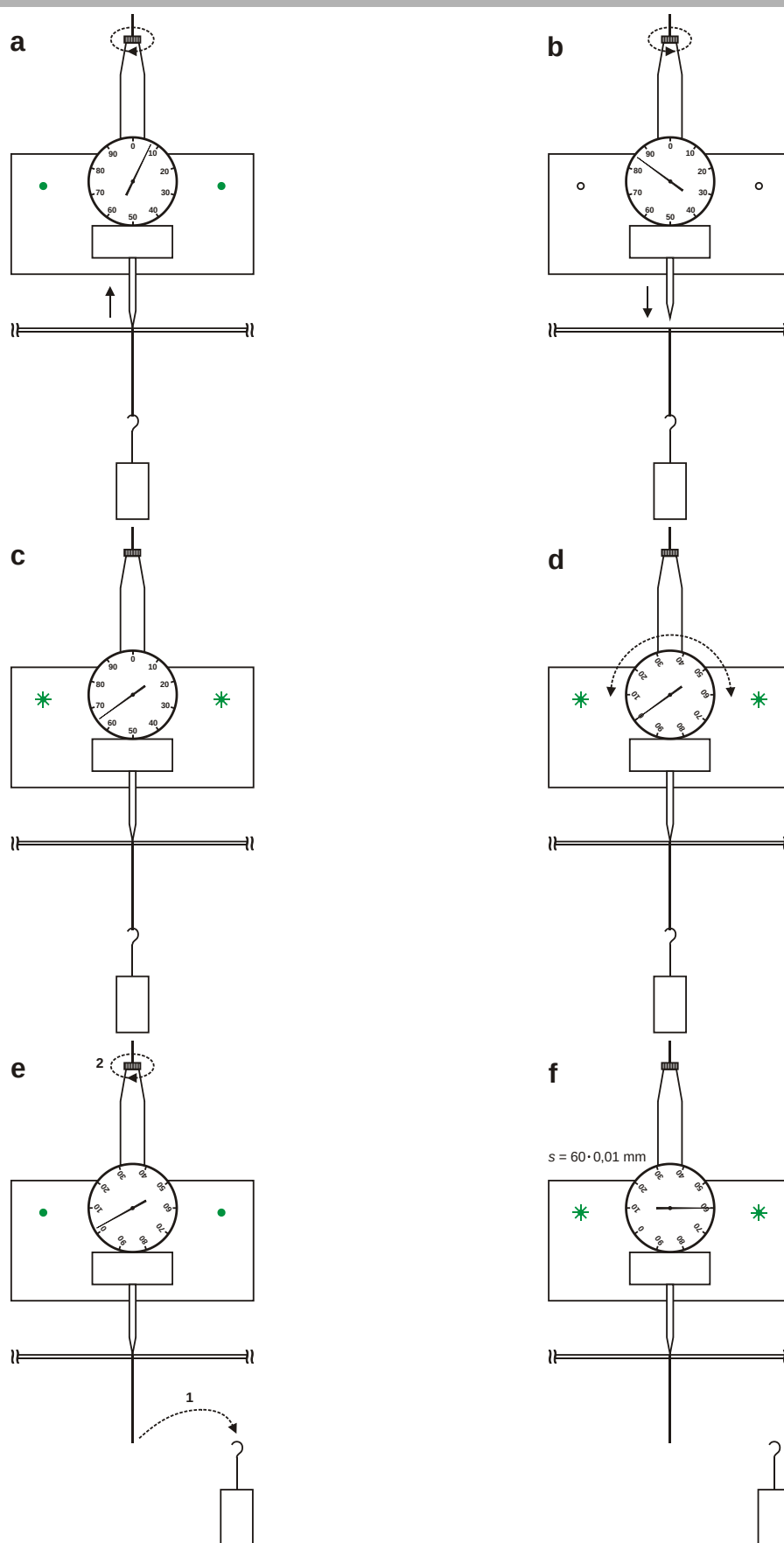


Fig. 3 : Commande du comparateur à cadran

- Dans un premier temps, tournez l'anneau gradué du cadran jusqu'à ce le zéro de la graduation soit situé en position 12h.

Les deux voyants à LED sur le comparateur s'allument lorsque le palpeur est en contact avec l'échantillon matériau et s'éteignent lorsque ce contact est interrompu.

Remarque :

Dans le cas d'échantillons épais de 2 mm encastrés d'un seul côté et chargés d'une masse additionnelle de 200 g, le fléchissement peut être tellement important que le palpeur ne touche pas l'échantillon, même lorsque la vis de réglage de hauteur est complètement rentrée. Dans ce cas, déplacez la noix dans laquelle est encastrée l'échantillon pour la rapprocher de la noix de maintien de la poutre horizontale (espacement entre les deux noix : env. 10 cm).

- Si les voyants à LED sont allumés lorsqu'une masse additionnelle est accrochée, tournez la vis de réglage de la hauteur vers la droite jusqu'à ce que la lumière des LED se mette à vaciller (Fig. 3a,c).
- Si les voyants à LED sont éteints lorsqu'une masse additionnelle est accrochée, tournez la vis de réglage de la hauteur vers la gauche jusqu'à ce qu'ils se mettent à vaciller (Fig. 3b,c).

Remarques :

Le vacillement des LED signale un contact (palpage) du palpeur avec l'échantillon mais sans modification significative de la charge appliquée sur l'échantillon.

Les deux LED ont la même fonction d'affichage.

- Tournez l'anneau gradué du cadran jusqu'à ce le zéro de la graduation soit aligné sur la position de l'aiguille (Fig. 3d).
- Décrochez la masse additionnelle de l'attache avec précaution (Fig. 3e). L'échantillon matériau exerce une force de rappel sur le palpeur et, en fonction de la méthode de mesure utilisée (voir 6.1, 6.2), de l'échantillon et de la masse additionnelle utilisés, lorsqu'on décroche la masse, l'aiguille du comparateur à cadran s'écarte plus ou moins fortement du point zéro calibré. À présent, les voyants à LED sont allumés en permanence.
- Tournez la vis de réglage de la hauteur vers la droite (Fig. 3e) jusqu'au vacillement des LED ; cela signifie qu'aucune force n'agit plus sur l'échantillon et que le palpeur n'est plus sous contrainte (Fig. 3f). La valeur indiquée sur la graduation noire du comparateur à cadran correspond au fléchissement maximal de l'échantillon matériau. Notez cette valeur. Veillez à ce

que l'aiguille, en fonction de l'échantillon et de la masse utilisés, fasse un ou plusieurs tours complets du cadran. Chaque tour complet correspond à un fléchissement de 1 mm et doit être considéré comme tel dans les calculs.

- Répétez la mesure plusieurs fois si besoin et calculez une valeur moyenne.

Remarque :

On peut également procéder dans le sens inverse, c.-à-d. que le calibrage du point zéro peut s'effectuer sans masse additionnelle et le relevé des valeurs avec une masse additionnelle. Dans ce cas, l'aiguille du comparateur à cadran se déplace vers la gauche et la valeur mesurée peut être relevée sur la graduation rouge du cadran.

8. Calcul du module d'élasticité E

8.1 Échantillon matériau en appui sur deux côtés

$$E = \left(\frac{L_2}{d} \right)^3 \cdot \frac{F}{4 \cdot b \cdot s}$$

E : module d'élasticité

L_2 : espacement entre les couteaux d'appui

d : épaisseur de l'échantillon

b : largeur de l'échantillon

s : fléchissement de l'échantillon

F : force de masse

$$E = \left(\frac{300 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} \right)^3 \cdot \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{4 \cdot 15 \text{ mm} \cdot (29 \cdot 0,01 \text{ mm})}$$

$$= 190 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} = 190 \text{ GPa}$$

8.2 Échantillon matériau encastré d'un seul côté

$$E = \left(\frac{L_1}{d} \right)^3 \cdot \frac{4 \cdot F}{b \cdot s}$$

L_1 : Distance entre la pointe de contact du palpeur et le bord avant de l'étau

$$E = \frac{\left(\frac{244 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} \right)^3 \cdot 4 \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{15 \text{ mm} \cdot (2 \text{ mm} + 58 \cdot 0,01 \text{ mm} - 0,024 \text{ mm})}$$

$$= 186 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} = 186 \text{ GPa}$$

Remarque :

Dans le cas d'échantillons encastrés d'un seul côté et chargés d'une masse additionnelle, on

peut prendre en compte le moment de torsion agissant sur la noix universelle afin d'obtenir une plus grande précision de mesure. Par unité de force de masse Newton et par longueur d'encastrement de 100 mm, on peut soustraire 0,01 mm de la valeur affichée. Dans l'exemple de mesure ci-dessus, avec $L_1 = 244$ mm et $F = 0,98$ N, on a donc $2,44 \cdot 0,98 \cdot 0,01$ mm = 0,024 mm.

Les valeurs obtenues avec les deux méthodes de mesure ne diffèrent que d'env. 2% l'une de l'autre et correspondent assez précisément aux valeurs courantes dans la littérature scientifique (190 – 210 GPa en fonction du type d'acier).

9. Conservation, nettoyage, élimination

- Ranger l'appareil dans un endroit propre, sec et à l'abri de la poussière.
- Pour le nettoyage, ne pas utiliser de nettoyants ni de solvants agressifs.
- Utiliser un chiffon doux et humide.
- L'emballage doit être déposé aux centres de recyclage locaux.
- Si l'appareil doit être jeté, ne pas le jeter dans les ordures ménagères. Il est important de respecter les consignes locales relatives au traitement des déchets électriques.
- N'éliminez jamais les piles déchargées avec les ordures ménagères ! Veillez à respecter les prescriptions locales en vigueur (All. : BattG ; UE : 2006/66/CE).

