CDU 669.3 : 620.17

Réf. No: ISO / R 401 - 1964 (F)

ISO

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

A annuler
Devient
ISO 6892-1984

RECOMMANDATION ISO
R 401

ESSAI DE TRACTION SUR TUBES EN CUIVRE ET EN ALLIAGES DE CUIVRE DE SECTION CIRCULAIRE

1ère ÉDITION
Novembre 1964

REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé en Suisse

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 401, *Essai de traction sur tubes en cuivre et en alliages de cuivre de section circulaire*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 26, *Cuivre et alliages de cuivre*, dont le Secrétariat est assuré par le Deutscher Normenausschuss (DNA).

Les travaux relatifs à cette question furent entrepris par le Comité Technique en 1958 et aboutirent en 1961 à l'adoption d'un Projet de Recommandation ISO.

En février 1962, ce Projet de Recommandation ISO (N° 499) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé par les Comités Membres suivants:

Allemagne	Finlande	République Sud-Africaine
Australie	Inde	Royaume-Uni
Birmanie	Italie	Suède
Bulgarie	Japon	Suisse
Canada	Pays-Bas	Turquie
Danemark	Pologne	U.R.S.S.
Espagne	Portugal	Yougoslavie

Trois Comités Membres se déclarèrent opposés à l'approbation du Projet:

Belgique
France
U.S.A.

Le Projet de Recommandation ISO fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en novembre 1964, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

Recommandation ISO R 401 Novembre 1964

ESSAI DE TRACTION SUR TUBES EN CUIVRE ET EN ALLIAGES DE CUIVRE DE SECTION CIRCULAIRE

1. DOMAINE D'APPLICATION

La présente Recommandation ISO s'applique à l'essai de traction sur tubes en cuivre et en alliages de cuivre de section circulaire.

2. PRINCIPE DE L'ESSAI

L'essai consiste à soumettre une éprouvette à un effort de traction croissant, généralement jusqu'à rupture, en vue de déterminer une ou plusieurs des caractéristiques mécaniques énumérées ci-après. L'essai est effectué à la température ambiante, sauf spécification contraire.

3. DÉFINITIONS

3.1 *Longueur entre repères.* A tout instant de l'essai, longueur de la partie cylindrique ou prismatique de l'éprouvette sur laquelle est mesuré un accroissement de la longueur. On distingue en particulier

a) *la longueur initiale entre repères* (L_o). Longueur entre repères avant application de la charge, et

b) *la longueur entre repères après rupture* (L_u). Longueur entre repères après rupture de l'éprouvette et reconstitution de celle-ci, ses deux fragments étant rapprochés soigneusement, de manière que leurs axes soient dans le prolongement l'un de l'autre.

3.2 *Charge unitaire* (en fait « charge unitaire nominale »). A tout instant de l'essai, quotient de la charge par la section initiale de l'éprouvette.

3.3 *Allongement rémanent pour cent.* Augmentation de la longueur entre repères de l'éprouvette soumise d'abord à une charge unitaire, puis déchargée, cette variation étant exprimée en pour-cent de la longueur initiale entre repères.

3.4 *Charge unitaire à l'allongement rémanent prescrit* (R_r). Charge unitaire à laquelle, après suppression de la charge, correspond l'allongement rémanent pour cent prescrit (voir Fig. 4 *a*)).

3.4.1 Le symbole utilisé pour cette charge unitaire est suivi d'un indice désignant l'allongement pour cent prescrit.

3.5 *Charge unitaire à la limite d'élasticité conventionnelle* (R_p)* Charge unitaire à laquelle correspond un allongement non proportionnel pour cent prescrit (voir Fig. 4 *b*)).

3.5.1 Le symbole utilisé pour cette charge unitaire est suivi d'un indice désignant l'allongement pour cent prescrit.

3.6 *Charge maximale* (F_m). La plus grande charge supportée par l'éprouvette au cours de l'essai.

3.7 *Charge ultime* (F_u). Charge que supporte l'éprouvette à l'instant de la rupture.

3.8 *Résistance à la traction* (R_m). Quotient de la charge maximale par la section initiale de l'éprouvette, c'est-à-dire charge unitaire correspondant à la charge maximale.

3.9 *Allongement pour cent après rupture* (A). Allongement rémanent de la longueur entre repères après rupture $L_u - L_o$, exprimé en pour-cent de la longueur initiale entre repères L_o.

3.10 *Coefficient de striction pour cent après rupture* (Z). Variation maximale de l'aire de la section après rupture $S_o - S_u$, exprimée en pour-cent de la section initiale S_o.

3.11 *Allongement de striction pour cent* (Z_u). Variation maximale de l'aire de la section après rupture $S_o - S_u$, exprimée en pour-cent de la section minimale après rupture S_u.

---

* Aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada cette charge unitaire est désignée par « Yield strength (offset) », par opposition à la charge unitaire appelée « Yield strength » qui correspond à un allongement total prescrit (habituellement 0,5 %), l'éprouvette étant maintenue sous tension.

4. SYMBOLES ET DÉSIGNATIONS

Numéro repère	Symboles	Désignations
1	D	Diamètre extérieur du tube
2	a	Epaisseur du tube
3	b	Largeur moyenne de la bande longitudinale
4	L_o*	Longueur initiale entre repères
5	L_c	Longueur de la partie calibrée
6	L_t	Longueur totale
7	—	Têtes d'amarrage
8	S_o	Section initiale de la partie calibrée
9	L_u	Longueur entre repères après rupture
10	S_u	Section minimale de la partie calibrée après rupture
11	F_m	Charge maximale
12	R_m*	Résistance à la traction
13	F_u	Charge ultime, c'est-à-dire charge à l'instant de la rupture
14	$L_u - L_o$	Allongement rémanent après rupture
15	A	Allongement pour cent après rupture $\frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100$
16	Z	Coefficient de striction pour cent après rupture $\frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100$
17	Z_u	Allongement de striction pour cent $\frac{S_o - S_u}{S_u} \times 100$
18	R_r	Charge unitaire à l'allongement rémanent prescrit
19	—	Allongement rémanent prescrit
20	R_p	Charge unitaire à la limite d'élasticité conventionnelle
21	—	Allongement non proportionnel prescrit

* Dans la correspondance courante, et lorsque aucune confusion n'est possible, les symboles L_o et R_m peuvent être remplacés respectivement par L et R.

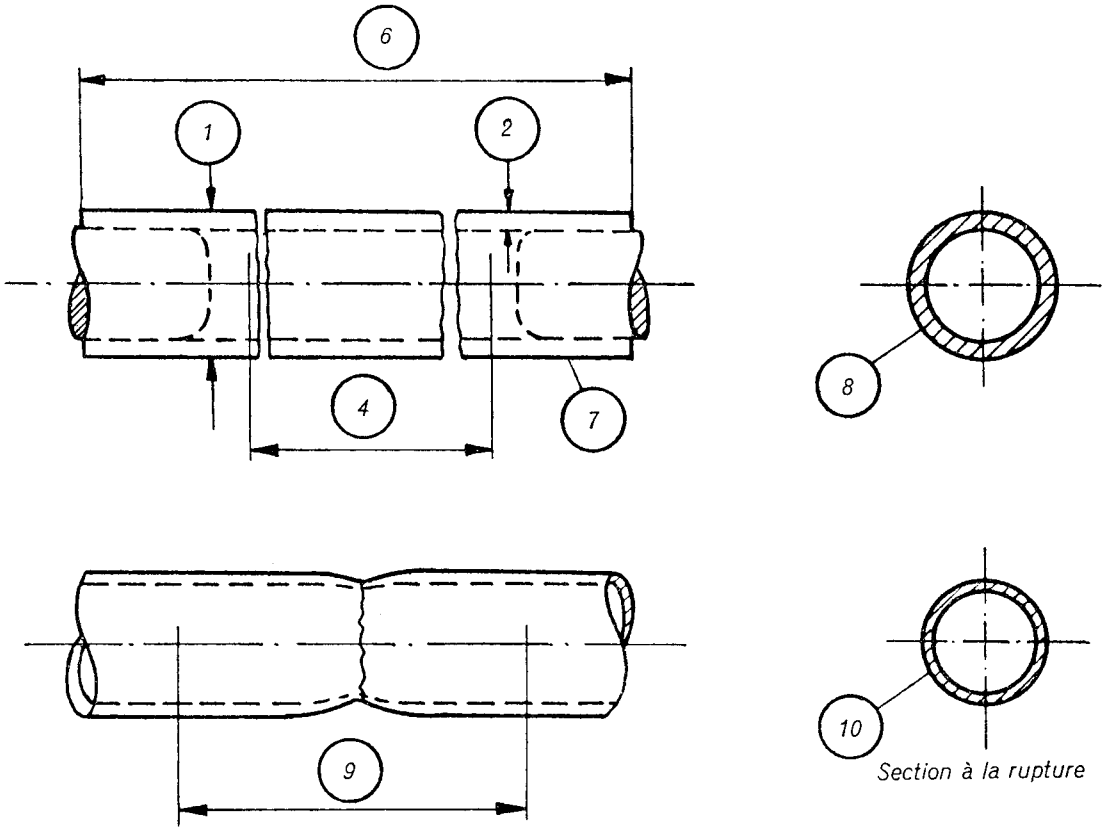

FIG. 1. — **Essai sur un tronçon de tube**

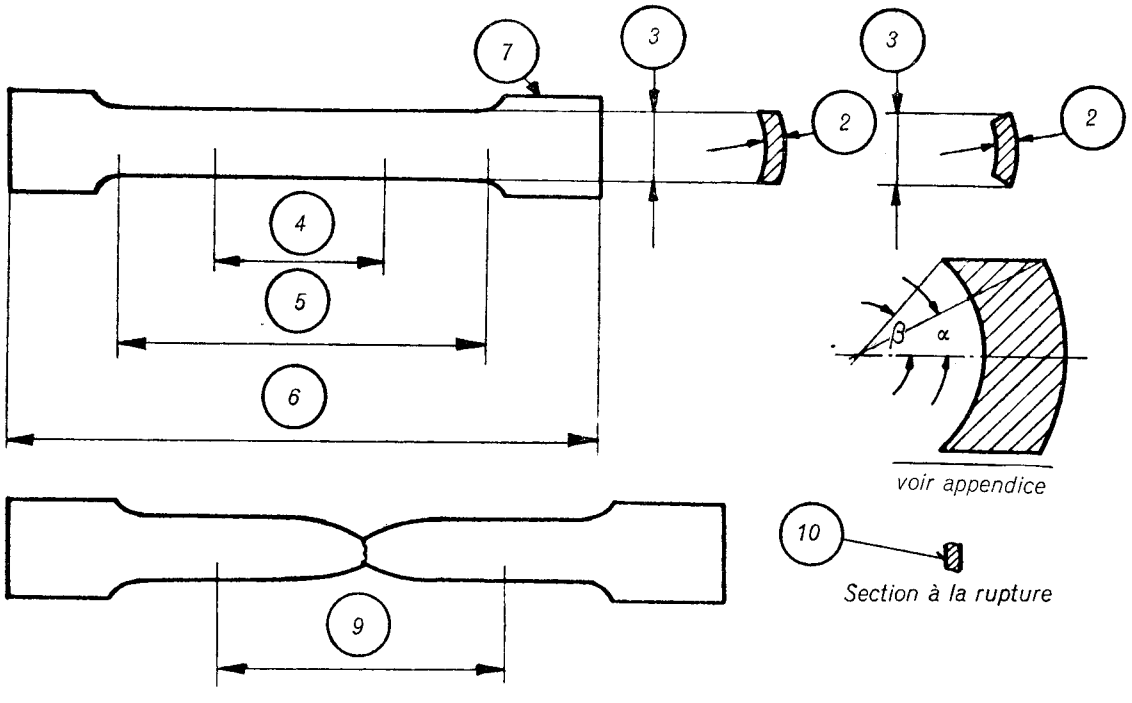

FIG. 2. — **Essai de traction sur une bande longitudinale**

5. ÉPROUVETTES

5.1 L'éprouvette peut être constituée un tronçon par du tube à essayer (voir paragraphe 5.2) ou par une bande découpée longitudinalement dans le tube (voir paragraphe 5.3) et de même épaisseur que lui. D'autres formes d'éprouvettes peuvent être utilisées par accord entre les parties.

5.1.1 Les tubes dont le diamètre extérieur ne dépasse pas 30 mm (1,2 in) environ doivent de préférence être essayés sous forme de tronçon.

5.2 Essais sur tronçons de tubes

5.2.1 Le tronçon de tube à essayer peut être obturé à chaque extrémité par un tampon. La longueur du tampon en saillie par rapport aux mors dans la direction des repères ne doit pas dépasser le diamètre extérieur du tube, et la forme de cette partie du tampon doit être telle qu'elle ne gêne pas l'allongement de la partie entre repères.

5.2.2 La longueur entre l'extrémité de chaque tampon et le repère le plus voisin est comprise entre $\frac{D}{4}$ et D. La longueur D est toujours utilisée en cas de contestation, sauf en cas de manque de matière.

5.3 Essais sur bandes longitudinales découpées dans les tubes

5.3.1 L'éprouvette doit posséder une partie calibrée et elle peut présenter des extrémités épanouies; dans ce cas il doit y avoir raccordement progressif entre ces extrémités et la partie calibrée. La partie calibrée ne doit pas être aplatie, mais les extrémités épanouies peuvent l'être pour pouvoir être saisies dans la machine.

5.3.2 La longueur de la partie calibrée L_c d'une telle éprouvette découpée longitudinalement dans le tube doit être comprise entre $L_o + \frac{b}{2}$ et $L_o + 2b$. La longueur $L_o + 2b$ est toujours utilisée en cas de contestation, sauf en cas de manque de matière.

5.3.3 La largeur de cette partie calibrée L_c ne doit pas s'écarter de plus de 0,05 mm (0,002 in) de sa valeur moyenne.

5.4 En règle générale, on n'utilise pour l'essai de traction que des éprouvettes satisfaisant à la condition $L_o = k\sqrt{S_o}$, où k peut être égal à 4 – 4,5 – 5,65 – 8,16 ou 11,3; ces éprouvettes sont appelées éprouvettes proportionnelles.

5.4.1 La valeur de L_o ainsi calculée doit être arrondie à 5 millimètres (0,2 in) près.

5.4.2 En règle générale, on recommande de choisir pour k la valeur 5,65, sauf si le matériau est de faible section et si la longueur initiale entre repères calculée avec $k = 5{,}65$ est inférieure à 25 mm. Dans ce cas la valeur de k à choisir doit être celle de 11,3.

L'emploi des autres valeurs de k, à savoir $k = 4 - 4{,}5$ et 8,16 doit être considéré comme transitoire; ces valeurs ne doivent être utilisées que pour répondre à des spécifications existantes. Ces valeurs de k pourront être abandonnées après un délai à fixer ultérieurement.

5.5 Par exception, des éprouvettes autres que des éprouvettes proportionnelles peuvent être employées par accord entre les parties. La longueur entre repères utilisée doit être mentionnée dans le rapport d'essai.

5.6 Détermination de l'aire de la section droite initiale de l'éprouvette

L'aire de la section initiale de l'éprouvette doit être déterminée à 1 % près, sauf accord contraire.

L'aire de la section droite d'une éprouvette constituée par une bande, avec les deux côtés parallèles, découpée longitudinalement dans un tube, doit être déterminée par les formules dans l'Annexe.

6. DÉTERMINATION DE L'ALLONGEMENT APRÈS RUPTURE

6.1 La longueur entre repères est reportée sur l'éprouvette avant l'essai avec une précision convenable. Le marquage est effectué de telle sorte qu'il n'entraîne pas de rupture à l'endroit des repères.

6.1.1 Les deux fragments de l'éprouvette sont soigneusement rapprochés, de manière que leurs axes soient dans le prolongement l'un de l'autre. L'augmentation de la longueur entre repères après l'essai est mesurée au quart de mm près (0,01 in).

6.1.2 Ce mode de détermination n'est valable que si la distance de la section de rupture au repère le plus voisin est supérieure ou égale à 0,25 L_o.

6.1.3 La mesure reste toutefois valable, quelle que soit la position de la section de rupture, si l'allongement atteint la valeur spécifiée.

6.2 Pour éviter d'avoir à éliminer les éprouvettes pour lesquelles la rupture se produirait en dehors des limites spécifiées au paragraphe 6.1.2, la méthode suivante peut être employée:

6.2.1 Avant l'essai, subdiviser la longueur entre repères L_o en N parties égales.

6.2.2 Après l'essai, désigner par A le repère du fragment le plus court; sur le fragment le plus long, désigner par B la division dont la distance à la rupture est la plus voisine de la distance de la rupture au repère A.

6.2.3 Si n est le nombre d'intervalles entre A et B, l'allongement après rupture est déterminé comme suit:

a) Si $N-n$ est un nombre pair (voir Fig. 5 *a*)), mesurer la distance entre A et B et la distance de B à la division C

$$\text{à } \frac{N-n}{2} \text{ intervalles de } B\,;$$

calculer ensuite l'allongement après rupture d'après la formule:

$$A = \frac{AB + 2BC - L_o}{L_o} \times 100$$

b) Si $N - n$ est un nombre impair (voir Fig. 5 *b*)), mesurer la distance entre A et B et la distance de B aux divisions C' et C''

$$\text{à} \quad \frac{N - n - 1}{2} \quad \text{et} \quad \frac{N - n + 1}{2} \text{ intervalles de } B;$$

calculer ensuite l'allongement après rupture d'après la formule:

$$A = \frac{AB + BC' + BC'' - L_0}{L_0} \times 100$$

7. VITESSE D'APPLICATION DE LA CHARGE

Si l'on admet que la vitesse d'application de la charge présente de l'importance, ceci fait l'objet d'un accord spécial. Pour la détermination de la charge unitaire à la limite d'élasticité conventionnelle, elle ne doit pas dépasser 1 kgf/mm² (0,6 tonf/in²) par seconde.

8. MESURE DE LA CHARGE

Les charges correspondant aux charges unitaires prescrites doivent être déterminées sur une machine d'essai capable d'une précision égale à celle de la classe 1.0 de la Recommandation ISO/R 147. *Tarage du point de vue des charges des machines utilisées pour l'essai de traction de l'acier.*

9. DÉTERMINATION DE LA CHARGE UNITAIRE À L'ALLONGEMENT RÉMANENT PRESCRIT

9.1 La méthode par retour de la charge à zéro pour la détermination de cette charge unitaire est la suivante: Des charges croissantes sont successivement appliquées à l'éprouvette et maintenues chacune pendant environ 10 secondes. Après suppression de chacune de ces charges, l'allongement rémanent pris par l'éprouvette est mesuré en utilisant un extensomètre d'une précision convenable. L'essai est arrêté lorsque cet allongement atteint la valeur prescrite. La charge unitaire correspondant à l'allongement rémanent prescrit est alors obtenue par interpolation.

9.2 Après accord préalable cette méthode peut être remplacée par l'essai de vérification indiqué au paragraphe 11.1.

10. DÉTERMINATION DE LA CHARGE UNITAIRE À LA LIMITE D'ÉLASTICITÉ CONVENTIONNELLE

10.1 Cette charge unitaire est déterminée de la façon suivante: La courbe des charges (en ordonnées) en fonction des allongements (en abscisses) est tracée en utilisant un extensomètre d'une précision convenable. Une droite parallèle à la partie rectiligne de la courbe est tracée sur ce diagramme, l'écart entre elles, mesuré sur l'axe des abscisses, étant égal au pourcentage prescrit de la longueur initiale entre repères (voir Fig. 4 *b*)). La charge unitaire cherchée correspond à l'intersection de la ligne droite et de la courbe.

10.2 Dans le cas où le diagramme ne présente pas à son début de partie rectiligne, la pente requise peut être obtenue par le procédé suivant: on applique une charge jusqu'à une valeur proche de la charge unitaire à la limite d'élasticité, on décharge jusqu'à une faible tension résiduelle et on remet en charge sans retirer l'extensomètre. Le diagramme correspondant à la remise en charge présente généralement une partie rectiligne qui définit la pente recherchée (voir Fig. 4 *c*)).

10.3 Après accord préalable, cette méthode peut être remplacée par l'essai de vérification indiqué au paragraphe 11.2.

11. ESSAIS DE VÉRIFICATION

11.1 Pour la charge unitaire à l'allongement rémanent prescrit: l'éprouvette est soumise à la charge correspondant à la valeur prescrite pour la charge unitaire à l'allongement rémanent, et cette charge est maintenue pendant 10 à 12 secondes. Après suppression de la charge, il est vérifié, en utilisant un extensomètre d'une précision convenable, que l'allongement rémanent n'est pas supérieur à la valeur prescrite.

11.2 Pour la charge unitaire à la limite d'élasticité conventionnelle, méthode des trois points: on applique successivement à l'éprouvette trois charges respectivement égales à 5%, 25% et 100% de la valeur prescrite pour la charge unitaire à la limite d'élasticité conventionnelle, et les allongements correspondants sont relevés au moyen d'un extensomètre approprié. L'augmentation d'allongement entre la première et la troisième charges appliquées ne doit pas être plus grande que le pourcentage prescrit de la longueur entre repères augmenté de 4,75 fois l'augmentation d'allongement entre la première et la deuxième charges appliquées (voir Fig. 4 *d)*).