

TC 44

NORME INTERNATIONALE **ISO** 3683



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Assemblages exécutés par brasage tendre – Détermination de la résistance au cisaillement

Soft soldered joints – Determination of shear strength

Première édition – 1978-10-01

Retirée en 1985
remplacée par
ISO 5187:1985

CDU 621.791.35

Réf. n° : ISO 3683-1978 (F)

Descripteurs : brasage tendre, joint brazé, essai mécanique, essai de cisaillement, préparation de spécimen d'essai.

Prix basé sur 7 pages

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 3683 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudure*, et a été soumise aux comités membres en novembre 1976.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép d'	Finlande	Pologne
Allemagne	France	Roumanie
Autriche	Inde	Suède
Belgique	Israël	Suisse
Bulgarie	Italie	Turquie
Canada	Japon	U.S.A.
Corée, Rép. de	Mexique	Yougoslavie
Espagne	Pays-Bas	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

Royaume-Uni

Assemblages exécutés par brasage tendre – Détermination de la résistance au cisaillement

0 INTRODUCTION

Un joint brasé n'est pas un corps homogène, mais un assemblage hétérogène, formé de matériaux différents, avec des propriétés physiques et chimiques différentes. Dans le cas le plus simple, il est formé du métal d'apport et du métal de base. Des phénomènes de diffusion peuvent se produire aux surfaces de contact, donnant naissance dans les zones de liaison à une série de nouveaux alliages, différents entre eux et différents du métal d'apport et du métal de base.

Dans l'étude de la résistance de tels joints hétérogènes, les hypothèses simplifiées de la théorie de l'élasticité – valables pour un corps métallique homogène où les contraintes dues aux forces extérieures se transmettent uniformément d'un élément de surface ou de volume aux éléments voisins – ne sont plus applicables.

Dès lors, la notion de «résistance d'un métal d'apport» doit être limitée strictement au métal solidifié après fusion. La résistance du joint brasé étant, par contre, une fonction de la résistance intrinsèque du métal d'apport et d'une série de facteurs extérieurs, il s'ensuit que les essais ayant pour but la détermination de cette résistance doivent être exécutés suivant des conventions précises, tenant compte – en plus des caractéristiques du métal d'apport lui-même – d'une série de facteurs extérieurs, notamment :

- composition et résistance du métal de base,
- forme de l'éprouvette,
- géométrie et état de surface du joint,
- flux utilisé,
- technique de brasage tendre employée (source de chaleur, température de brasage tendre, rapidité de chauffe, etc.),
- nombre d'essais,
- méthode d'interprétation des résultats,
- nature et importance des défauts au droit de la rupture.

Ces problèmes sont à l'étude au sein de l'IIS¹⁾ afin d'établir une méthode permettant de caractériser un métal d'apport. Les grandeurs caractéristiques choisies à cet effet sont la résistance instantanée au cisaillement, soit à température ambiante, soit à chaud, et la résistance au cisaillement en fluage, soit à température ambiante, soit à chaud.

Les résultats obtenus peuvent être utilisés à la fois pour la classification des métaux d'apport ou pour connaître la résistance d'un joint brasé.

Il est à noter que d'autres essais doivent être adaptés à la nature du métal d'apport, aux métaux à assembler et selon le type du joint.

1 OBJET

La présente Norme internationale spécifie des méthodes de détermination de la résistance au cisaillement des assemblages réalisés par brasage tendre et précise le mode d'interprétation des résultats.

2 DOMAINE D'APPLICATION

Elle concerne les produits d'apport destinés au brasage tendre de pièces en métaux et alliages ferreux et non ferreux et les assemblages obtenus.

3 MÉTHODES D'ESSAI

3.1 Type d'assemblage

Pour la détermination de la résistance au cisaillement conventionnelle, on utilise un assemblage de deux pièces emboîtées, avec un jeu fixé de manière que le joint brasé soit soumis à une contrainte de cisaillement lorsqu'une force de traction est appliquée à l'éprouvette. Deux éprouvettes sont proposées (voir figures 1 et 2). L'utilisateur peut choisir l'une ou l'autre.

1) Institut international de la soudure.

3.2 Choix du métal de base

Pour la classification des métaux d'apport, on utilisera comme métal de base l'acier au carbone de qualité courante ayant une résistance minimale à la traction de 360 N/mm^2 * les jeux à adopter sont précisés dans les figures 1 et 2.

Dans la pratique, si l'on veut connaître la résistance de l'assemblage effectué, on pourra être conduit à utiliser comme métal de base pour les éprouvettes, le métal employé pour les pièces; de même, les jeux des éprouvettes doivent être ceux des pièces.

3.3 Préparation de surface

Dans le cas où le métal de base est de l'acier doux, les surfaces à braser doivent, avant l'opération d'assemblage, être dégraissées avec du perchlorure d'éthylène, puis passées dans de l'acide chlorhydrique (10 % en volume $1,4 \text{ g/cm}^3$); après ces opérations, les pièces doivent être rincées dans de l'eau distillée.

3.4 Conditions opératoires

3.4.1 Le dispositif de brasage tendre à utiliser pour le chauffage des éprouvettes, au moyen d'une flamme, est représenté à la figure 3. Il consiste essentiellement en une plaque de base (1) sur laquelle sont montés un support pour l'éprouvette (2), un système de serrage (3) et un support pivotant (4). Le brûleur est également fixé sur le montage.

3.4.2 Le métal d'apport est placé d'un côté du joint, sous forme soit de poudre, soit de fil, en quantité suffisante pour remplir le joint après fusion. Un flux approprié doit être utilisé.

3.4.3 Le brûleur circulaire à flamme (repère 5, figure 3) doit comprendre neuf orifices, six d'entre eux correspondant à des flammes dirigées vers la zone à braser et les trois autres à des flammes dirigées vers le corps de l'éprouvette.

3.4.4 Dans le cas d'une flamme oxyacétylénique, le chalumeau est alimenté avec de l'acétylène épuré et de l'oxygène dont la pureté est au minimum de 98 %. Les flammes doivent être réglées normalement. En tout cas, la nature des flammes doit être précisée dans le compte rendu d'essai.

3.4.5 La zone d'assemblage est chauffée uniformément jusqu'à la température de brasage tendre à l'aide de la buse de chauffe annulaire. Le réglage de la flamme doit être choisi de telle façon que le métal d'apport fonde dans les 20 à 40 s qui suivent le commencement du chauffage. Après la fusion du métal d'apport, on continue de chauffer pendant une durée d'environ 10 % du temps de brasage tendre. Ensuite, le chauffage est arrêté.

Après la solidification du métal d'apport, l'éprouvette est retirée de l'installation de brasage tendre, puis refroidie à l'air libre jusqu'à la température ambiante.

3.4.6 Après brasage tendre, les éprouvettes sont usinées conformément à la figure 1 ou 2.

3.4.7 Pour déterminer la résistance au cisaillement en instantané à froid, cinq éprouvettes sont nécessaires.

Pour tracer une courbe de résistance au cisaillement en instantané à chaud, il est nécessaire de prévoir cinq à dix éprouvettes.

Pour tracer, à une température donnée, une courbe de fluage au cisaillement, il est nécessaire de prévoir cinq à dix éprouvettes.

4 EXÉCUTION DES ESSAIS DE CISAILLEMENT

4.1 Tous les essais de cisaillement sont exécutés avec des montages (figures 4 et 5) et sur des machines empêchant les effets de flexion parasites dans l'éprouvette.

4.2 Les éprouvettes de cisaillement en instantané à froid devront être mises en charge à une vitesse d'environ $1,9 \text{ N/s}$ à une température ambiante de 18 à $24 \text{ }^\circ\text{C}$.

Les éprouvettes de cisaillement en instantané à chaud pourront être mises en charge sur une machine de traction standard équipée d'un four. La température de l'éprouvette doit être stabilisée avant mise en charge durant 1 h et la température du four doit être réglée au moins à $\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pour les éprouvettes de cisaillement destinées aux essais de fluage, utiliser une machine de fluage/rupture. La température doit être stabilisée avant mise en charge durant 4 h et la température du four doit être réglée à $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Dans le cas où le fluage est exécuté à température ambiante, c'est cette dernière qui est à prendre en considération.

4.3 La résistance au cisaillement, exprimée en newtons par millimètre carré (N/mm^2), est obtenue en divisant la charge de rupture exprimée en newtons par la surface du joint brasé exprimée en millimètres carrés. Le résultat de l'examen de la rupture doit être noté dans le compte rendu d'essai.

5 RÉSULTATS

5.1 Interprétation des essais de cisaillement en instantané à température ambiante

Pour faciliter l'exploitation des résultats de résistance au cisaillement en instantané à température ambiante, on pourra faire appel à une interprétation statistique en calculant la moyenne des résultats d'essai et l'écart-type de ces résultats.

* $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$

La moyenne des résultats et l'écart-type sont déterminés par :

$$\text{— moyenne } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{— écart type } s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

En vue de la réception d'un métal d'apport donné, on pourra considérer la valeur à atteindre comme une moyenne minimale M_0 .

Ce point de vue s'appuie sur les raisons suivantes :

- on ignore quel rapport existe entre la variabilité due à la méthode d'essai et celle due au métal lui-même;
- la fixation d'une gamme de tolérances minimales nécessiterait de nombreux essais préalables pour tous les types de métaux d'apport existants;
- le nombre d'essais pour contrôler les tolérances minimales est généralement plus élevé que pour le contrôle des moyennes.

Dans ces conditions, en considérant la moyenne des résultats de n essais, on a choisi une règle d'acceptation d'un métal d'apport de brasage tendre dans une classe donnée, caractérisée par une moyenne minimale M_0 , telle que :

- la probabilité d'accepter un métal d'apport dont la résistance moyenne est inférieure à M_0 soit au plus égale à un petit nombre, β (risque du client);
- un métal d'apport donnant une forte proportion théorique P de résultats supérieurs à M_0 soit accepté dans un nombre élevé de cas, $1 - \alpha$ (α étant le risque du fabricant).

Ces conditions sont à respecter quel que soit l'écart-type inconnu qui caractérise le comportement du métal d'apport dans le cadre de l'essai.

Tout métal d'apport de brasage tendre est réputé répondre à la condition fixée concernant M_0 si la moyenne \bar{x} des résultats x_i de n essais satisfait à la condition :

$$\bar{x} - ks > M_0$$

En se fixant pour le risque $\alpha = \beta = 0,10$ et $P = 10\%$, on

trouve, en se rapportant aux tables existantes pour l'échantillonnage par variables¹⁾ :

$$\text{pour } n = 5$$

$$k = 0,68$$

Dans ces conditions, x étant la moyenne de cinq essais, on doit avoir

$$x - 0,68s > M_0$$

Le calcul de k et n s'appuie sur le fait qu'en première approximation, les résultats suivent une loi normale. La variable aléatoire

$$t = \frac{\bar{x} - M_0}{s/\sqrt{n}}$$

suit alors une loi de Student (cas où la moyenne est M_0) ou une loi de Student décentrée de $1,2816\sqrt{n}$ (cas où $P = 10\%$); k et n sont alors déterminés par les deux conditions :

$$\text{Prob } \{t > k\sqrt{n}\} = \alpha = 0,10 \text{ (} t \text{ centré)}$$

$$\text{Prob } \{t > k\sqrt{n}\} = \beta = 0,10 \text{ (} t \text{ décentré)}$$

Le risque envisagé paraît raisonnable pour les conditions d'essai fixées. Le nombre nécessaire d'essais est peu élevé, ce qui, sur le plan économique, est loin d'être négligeable.

5.2 Essais de cisaillement en instantané à chaud

Les essais de cisaillement en instantané à chaud ont pour but de permettre de tracer la courbe de contrainte de rupture, en newtons par millimètre carré, par rapport à la température, en degrés Celsius.

La figure 6, donne un exemple de courbe obtenue avec trois essais par température.

5.3 Essais de cisaillement en fluage

Pour une ou plusieurs températures choisies, les essais ont pour but de permettre de tracer la ou les courbes :

contrainte de rupture, en newtons par millimètre carré, par rapport au temps jusqu'à la rupture, en heures.

Les contraintes de rupture seront choisies de façon à obtenir des temps de rupture s'échelonnant de 0,1 à 10^3 h; pour des cas spéciaux, on pourra rechercher les contraintes pour des temps de rupture de 10^5 ou 10^6 h.

La figure 7 donne un exemple de présentation des résultats.

1) U.S.A. Military Standard 414. Columbia University, *Tables of the Statistical Research Group*. Bowker and Goods, *Sampling inspection by variables*.

Dimensions en millimètres

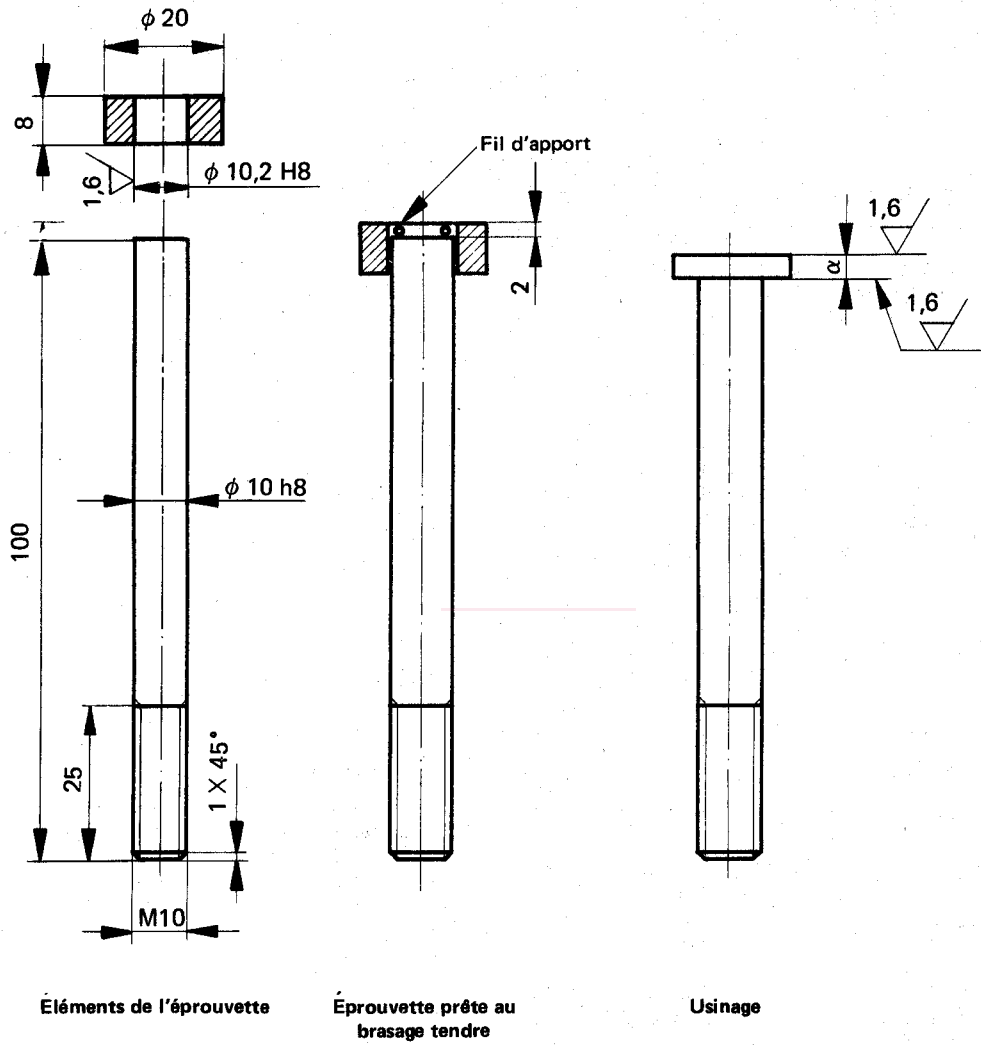


FIGURE 1 — Dimensions de l'éprouvette de cisaillement type I

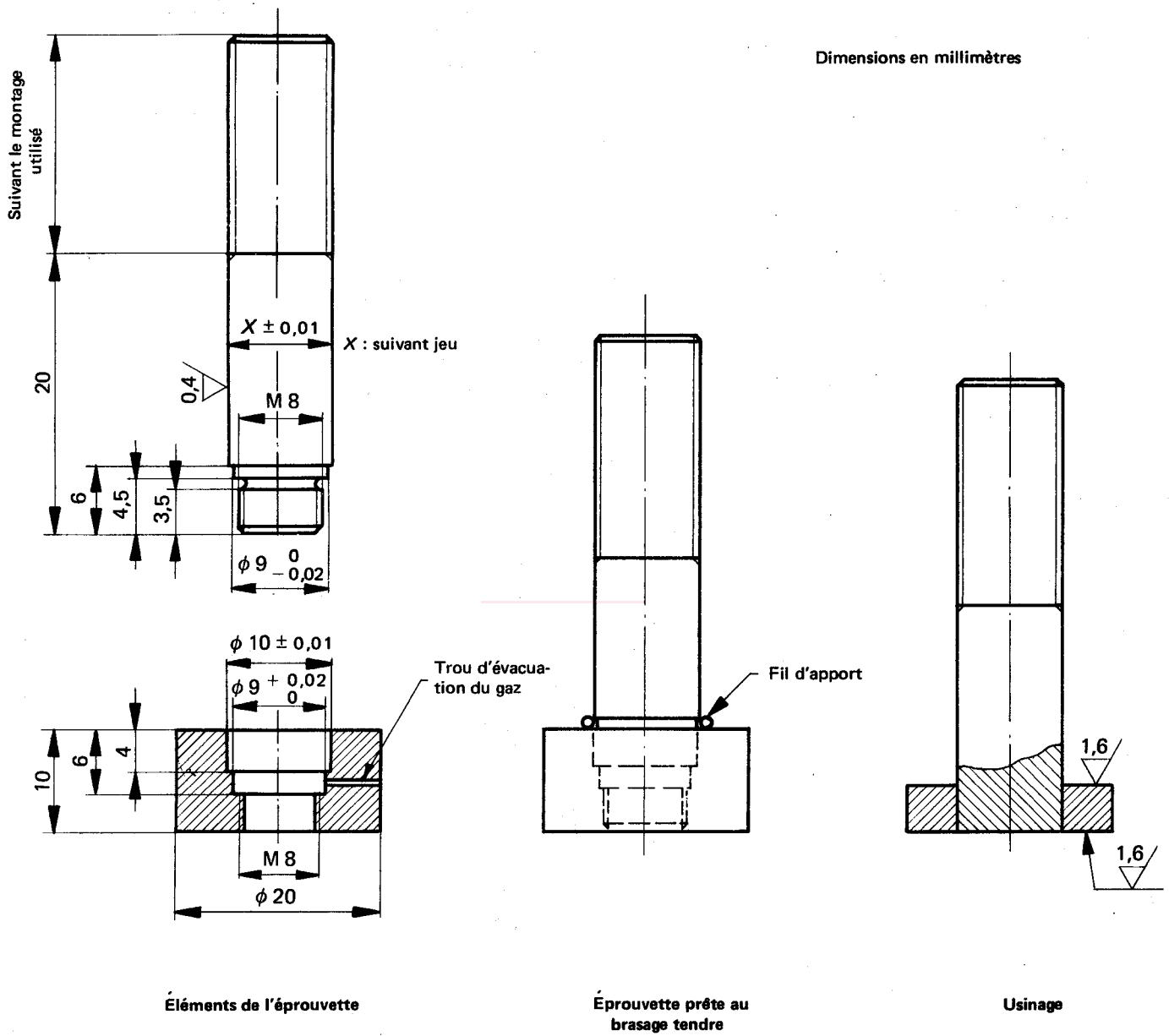


FIGURE 2 – Dimensions de l'éprouvette de cisaillement type II

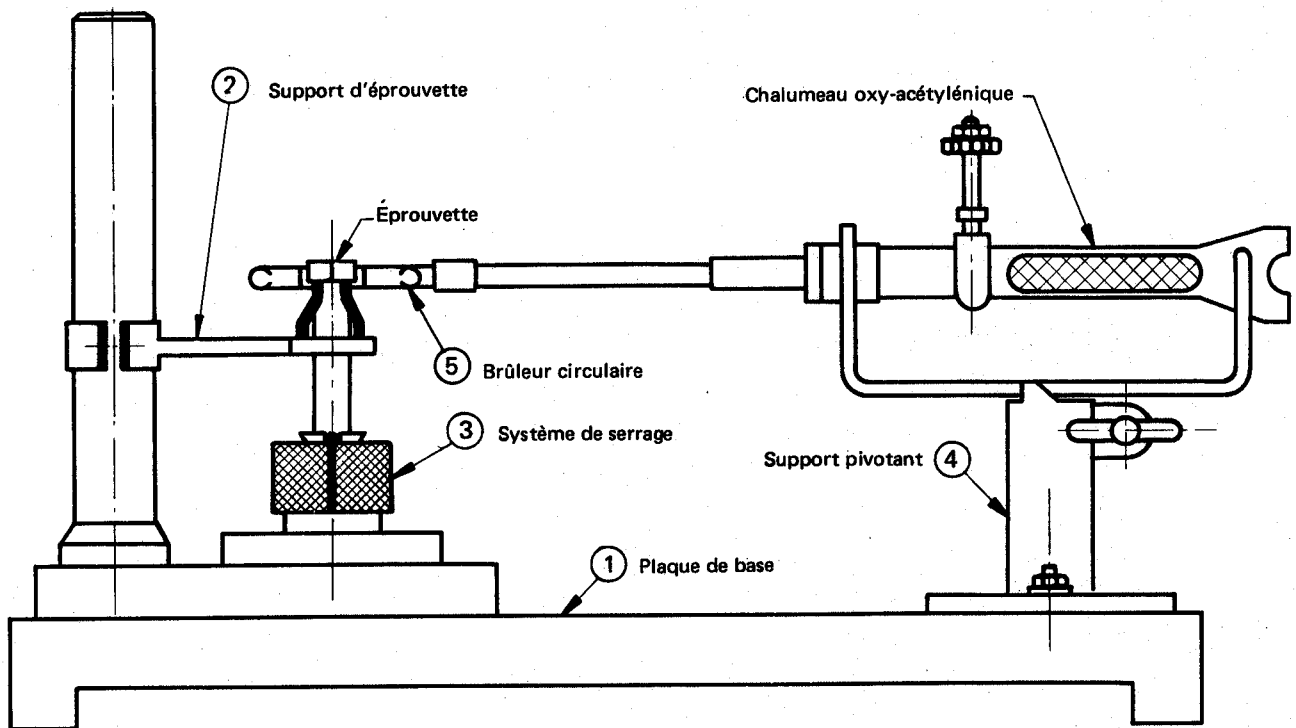


FIGURE 3 — Exemple de montage pour le brasage tendre des éprouvettes

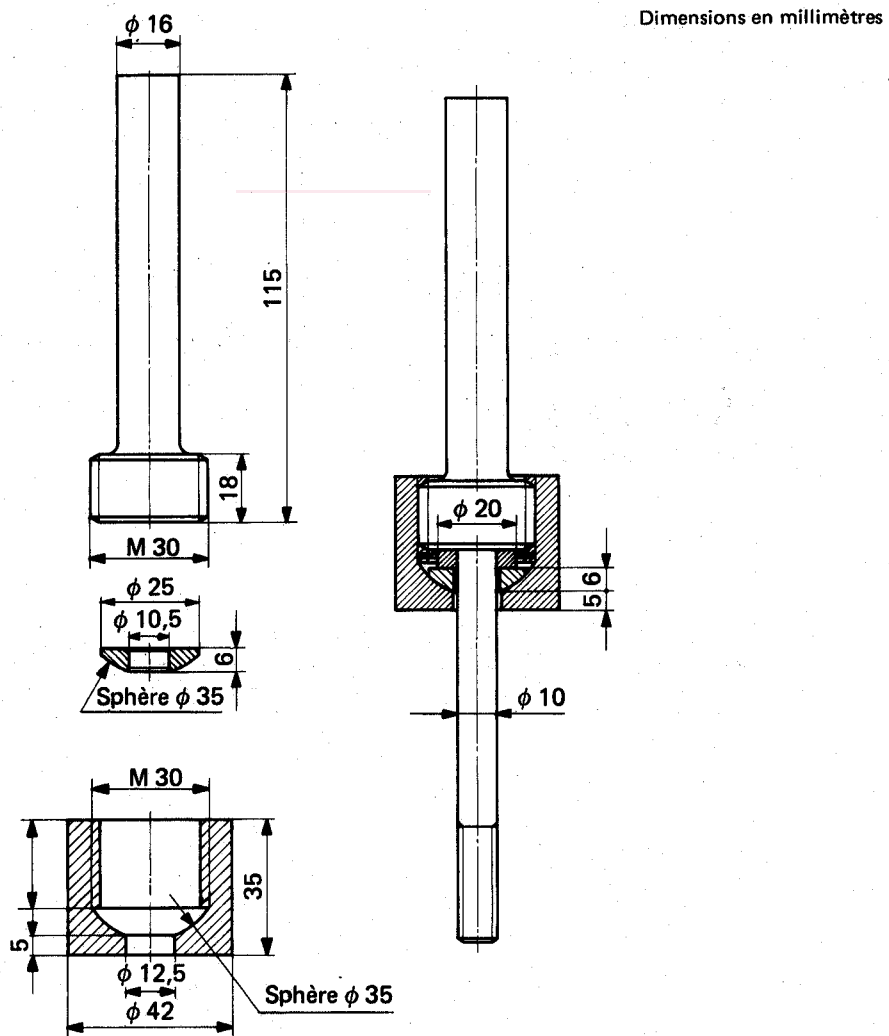


FIGURE 4 — Montage pour la mise en charge par traction des éprouvettes type I

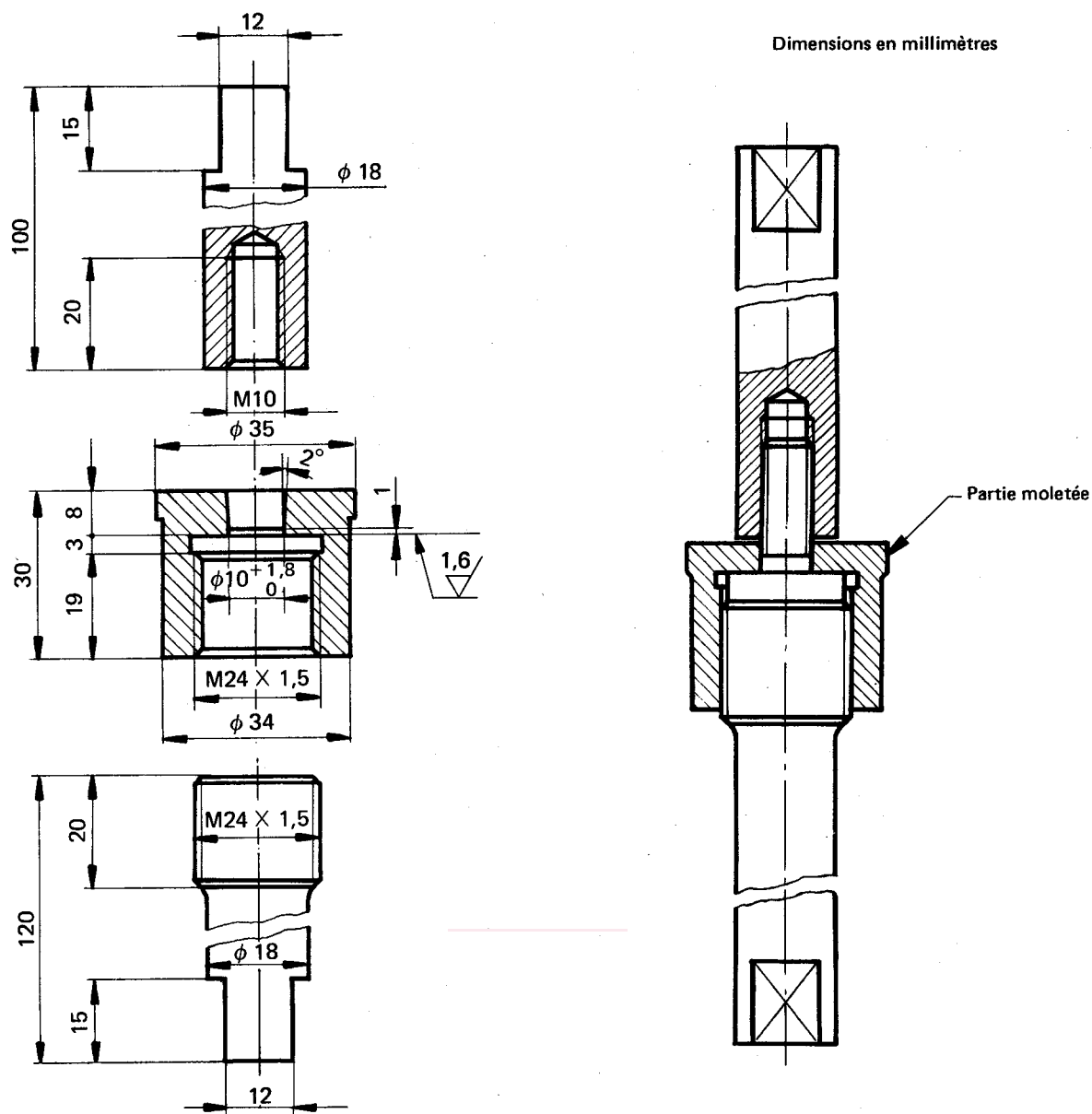


FIGURE 5 – Montage pour la mise en charge par traction des éprouvettes type II

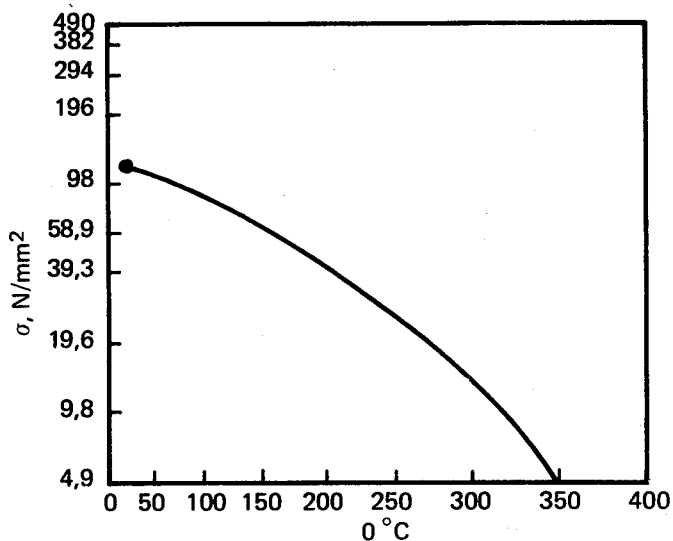


FIGURE 6 – Exemple de courbe de résistance au cisaillement en instantané à chaud

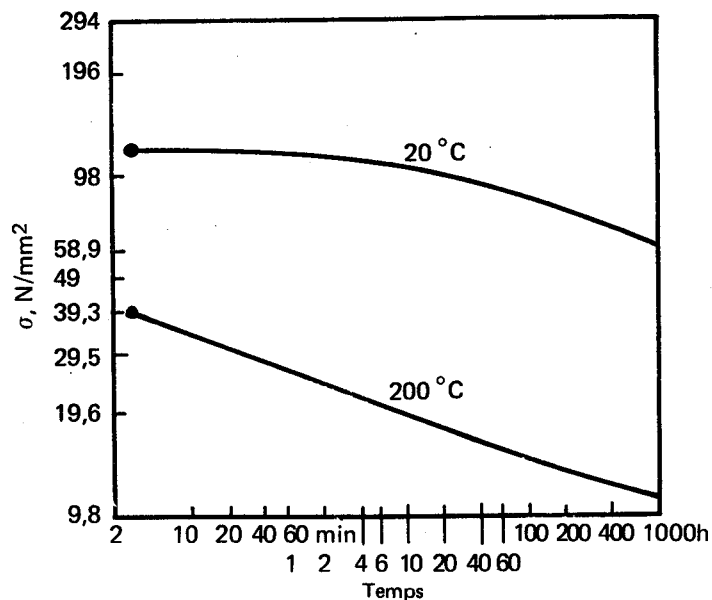


FIGURE 7 – Exemple de courbes de résistance au cisaillement en fluage
