



## Acier — Essai de traction

*Steel — Tensile testing*

Première édition — 1974-08-01

---

CDU 669.14 : 620.172

Réf. N° : ISO 82-1974 (F)

**Descripteurs** : acier, produit sidérurgique, essai, essai mécanique, essai de traction, allongement, allongement après rupture, allongement rémanent, limite d'élasticité.

## AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques 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 82 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 17, *Acier*, et soumise aux Comités Membres en mars 1972.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Finlande	Royaume-Uni
Allemagne	France	Suède
Australie	Hongrie	Suisse
Autriche	Inde	Tchécoslovaquie
Canada	Irlande	Thaïlande
Chili	Italie	Turquie
Danemark	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.
Egypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	U.S.A.
Espagne	Roumanie	

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Belgique  
Japon  
Norvège

Cette Norme Internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 82-1959.

# Acier – Essai de traction

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale fixe les spécifications pour l'essai de traction des produits en acier d'un diamètre supérieur ou égal à 4 mm (0,16 in) ou d'une épaisseur supérieure ou égale à 3 mm (0,12 in).

Pour l'essai de traction de produits particuliers, tels que tôles minces, bandes, fils et tubes, ISO 86, ISO 89 et ISO 375 sont applicables.

## 2 RÉFÉRENCES

ISO 86, *Acier – Essai de traction des tôles et feuillards d'épaisseur inférieure à 3 mm et au moins égale à 0,5 mm.*

ISO 89, *Acier – Essai de traction des fils.*

ISO 375, *Acier – Essai de traction des tubes.*

ISO/R 147, *Tarage du point de vue des charges des machines utilisées pour l'essai de traction de l'acier.*

ISO/R 205, *Détermination et méthode de vérification de la limite conventionnelle d'élasticité de l'acier à température élevée.*

ISO/R 377, *Prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes pour l'acier corroyé.*

ISO/R 783, *Essais mécaniques de l'acier à température élevée – Détermination de la limite inférieure d'écoulement et de la limite conventionnelle d'élasticité et méthode de vérification.*

ISO 2566/1, *Acier – Conversion des valeurs d'allongement – Partie I : Aciers au carbone et aciers faiblement alliés.*

ISO 2573, *Détermination des valeurs K d'un système d'essai de traction.*<sup>1)</sup>

## 3 PRINCIPE

L'essai consiste à soumettre une éprouvette à un effort de traction, généralement jusqu'à rupture, en vue de déterminer une ou plusieurs des propriétés mécaniques énumérées ci-après.

Sauf spécification contraire, l'essai est effectué à la température ambiante. Pour les essais à températures élevées, ISO/R 205 et ISO/R 783 sont applicables.

1) Actuellement au stade de projet.

## 4 DÉFINITIONS

**4.1 longueur entre repères :** À tout instant de l'essai, longueur de la partie cylindrique ou prismatique de l'éprouvette sur laquelle est mesuré l'allongement. On distingue en particulier :

**4.1.1 longueur initiale entre repères ( $L_0$ ) :** Longueur entre repères avant application de la charge.

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

**4.2 longueur de base de l'extensomètre ( $L_e$ ) :** Longueur de la partie calibrée de l'éprouvette utilisée pour le mesurage de l'allongement au moyen d'un extensomètre. (Cette longueur peut différer de  $L_0$ , et peut être supérieure à  $b$  ou  $d$  (voir chapitre 5) et inférieure à la longueur calibrée  $L_c$ .)

**4.3 allongement rémanent pour cent :** Augmentation de la longueur entre repères de l'éprouvette soumise à une charge unitaire prescrite (voir 4.12) et après suppression de cette même charge, exprimée en pourcentage de la longueur initiale entre repères. Si un symbole est utilisé pour cet allongement, il est à compléter par un indice indiquant la charge unitaire prescrite.

**4.4 allongement pour cent après rupture ( $A$ ) :** Allongement rémanent de la longueur entre repères après rupture,  $L_u - L_0$ , exprimé en pourcentage de la longueur initiale entre repères,  $L_0$ .

NOTE — Si la longueur entre repères est différente de  $5,65\sqrt{S_0}$ , où  $S_0$  est l'aire de la section initiale de la partie calibrée, le symbole  $A$  est à compléter par un indice indiquant la longueur calibrée utilisée, par exemple :

$A_{10}$  = allongement pour cent sur une longueur entre repères de  $10\sqrt{4S_0/\pi}$

**4.5 coefficient de striction ( $Z$ ) :** Rapport de la variation maximale de l'aire de la section se produisant pendant l'essai,  $S_0 - S_u$ , à l'aire de la section initiale,  $S_0$ , exprimé en pourcentage. ( $S_u$  = aire de la section droite minimale après rupture.)

**4.6 charge maximale ( $F_m$ ) :** La plus grande charge supportée par l'éprouvette au cours de l'essai.

**4.7 charge unitaire (en fait, «charge unitaire nominale») :** À tout instant de l'essai, quotient de la charge par l'aire de la section initiale de l'éprouvette.

**4.8 résistance à la traction ( $R_m$ ) :** Quotient de la charge maximale par l'aire de la section initiale de l'éprouvette, c'est-à-dire charge unitaire correspondant à la charge maximale.

**4.9 charge unitaire à la limite apparente d'élasticité (par abréviation, limite apparente d'élasticité) :** Lorsque l'acier présente un effet d'écoulement, un point est atteint, durant

l'essai, où se produit une déformation plastique, celle-ci continuant sous une charge presque constante.

**4.9.1 limite supérieure d'écoulement ( $R_{eH}$ ) :** Valeur de la charge unitaire au point où débute la déformation plastique au moment de l'écoulement (voir figure 3),

ou

valeur de la charge unitaire au premier maximum obtenu durant l'écoulement, que ce maximum soit égal ou inférieur aux autres maximums qui pourraient être observés pendant la déformation plastique au moment de l'écoulement (voir figure 4).

**4.9.2 limite inférieure d'écoulement ( $R_{eL}$ ) :** La plus faible valeur de la charge unitaire pendant la déformation plastique au moment de l'écoulement, compte non tenu des effets transitoires initiaux qui peuvent se produire. (Voir figures 3 et 4.)

NOTE — Si un acier, qui présente ordinairement l'effet d'écoulement, a été écroui ou traité thermiquement, cet effet d'écoulement peut ne pas apparaître. Dans ce cas, il convient alors de déterminer une limite conventionnelle d'élasticité. (Voir 4.10 et 4.11.)

**4.10 charge unitaire à la limite conventionnelle d'élasticité (par abréviation, limite conventionnelle d'élasticité) ( $R_p$ ) :** Charge unitaire à laquelle correspond un allongement non proportionnel égal au pourcentage prescrit de la longueur initiale entre repères. (Voir figure 7.)

Lorsqu'une charge unitaire à la limite conventionnelle d'élasticité,  $R_p$ , est spécifiée, l'allongement non proportionnel doit être indiqué (par exemple, 0,2 %), et le symbole utilisé pour cette charge unitaire est à compléter par un indice indiquant le pourcentage prescrit de la longueur initiale entre repères, par exemple  $R_{p0,2}$ .

**4.11 charge unitaire à la limite conventionnelle d'allongement (par abréviation, limite d'extension) ( $R_t$ ) :** Charge unitaire à laquelle correspond un allongement total non proportionnel (allongement élastique plus un certain allongement plastique) égal au pourcentage prescrit de la longueur initiale entre repères. (Voir figure 8.)

Lorsqu'une charge unitaire à la limite conventionnelle d'allongement,  $R_t$ , est spécifiée ou convenue entre les parties intéressées, l'allongement total doit être indiqué, et le symbole utilisé pour cette charge unitaire est à compléter par un indice approprié, par exemple  $R_{t0,5}$ .

NOTE — La valeur de l'allongement total obtenue par cette méthode ne sera égale à  $R_p$  que s'il a été tenu compte, de façon convenable, de l'allongement élastique.

**4.12 charge unitaire à la limite d'allongement rémanent (par abréviation, limite d'allongement rémanent) ( $R_r$ ) :** Charge unitaire à laquelle correspond, après suppression de la charge, un allongement rémanent prescrit, exprimé en pourcentage de la longueur initiale entre repères. Le symbole utilisé pour cette charge unitaire est à compléter par un indice indiquant le pourcentage prescrit de la longueur initiale entre repères, par exemple  $R_{r0,2}$ . (Voir figure 9.)

## 5 SYMBOLES ET DÉSIGNATIONS

Les symboles et leur désignation sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Numéro repère	Symbole préférentiel	Désignation
1	$d$	Diamètre de la section calibrée de l'éprouvette à section circulaire (Figure 1)
2	$a$	Épaisseur de l'éprouvette plate (Figure 1)
3	$b$	Largeur de l'éprouvette plate (Figure 1)
4	$L_o^{1)}$	Longueur initiale entre repères (Figure 1)
5	$L_c$	Longueur calibrée (Figure 1)
	$L_e$	Longueur de base de l'extensomètre
6	$L_t$	Longueur totale (Figure 1)
7	—	Têtes d'amarrage (Figure 1)
8	$L_u$	Longueur ultime entre repères après rupture (Figure 2)
9	$L_u - L_o$	Allongement rémanent après rupture (Figure 10)
10	$A$	Allongement pour cent après rupture
	(par ex. $A_{10}$ )	$\left(\frac{L_u - L_o}{L_o}\right)100$ (Allongement pour cent d'une longueur de base de $10\sqrt{4S_o/\pi}$ mm)
11	$S_o$	Aire de la section initiale de la partie calibrée (Figure 1)
12	$S_u$	Aire de la section minimale après rupture (Figure 2)
13	$R_{eH}$	Limite supérieure d'écoulement (Figures 3, 4 et 5)
14	$R_{eL}$	Limite inférieure d'écoulement (Figures 3, 4 et 5)
15	$R_p$	Limite conventionnelle d'élasticité (Figure 7)
	(par ex. $R_{p0,2}$ )	(Allongement non proportionnel 0,2 %)
16	$R_t$	Limite d'extension (Figure 8)
	(par ex. $R_{t0,5}$ )	(Allongement total 0,5 %)
17	$R_r$	Limite d'allongement rémanent (Figure 9)
	(par ex. $R_{r0,2}$ )	(Allongement rémanent 0,2 %)
18	$F_m$	Charge maximale
19	$Z$	Coefficient de striction
		$\left(\frac{S_o - S_u}{S_o}\right)100$
20	$R_m^{1)}$	Résistance à la traction $\frac{F_m}{S_o}$ (Figure 10)

1) Lorsqu'aucune confusion n'est possible, les symboles  $L_o$  et  $R_m$  peuvent être remplacés respectivement par  $L$  et  $R$ .

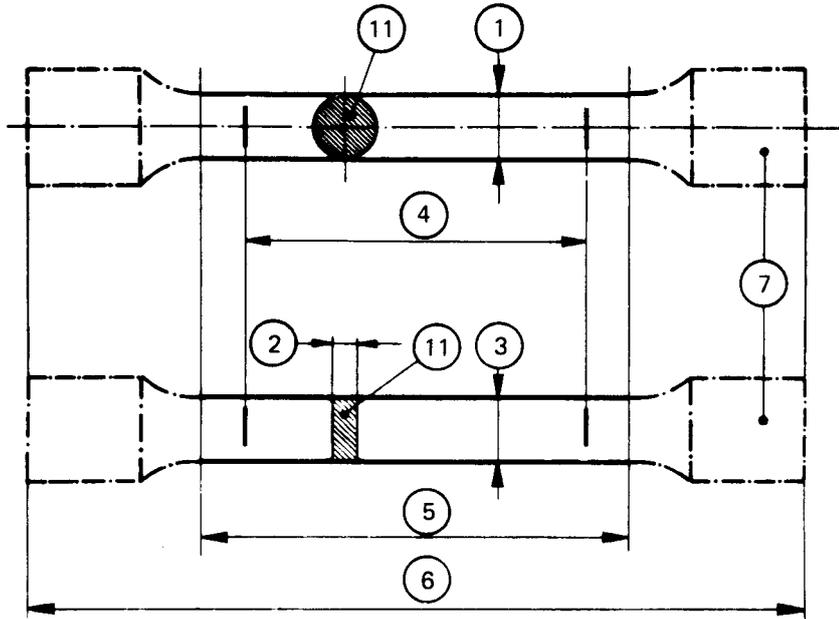


FIGURE 1 – Éprouvettes à sections circulaire et rectangulaire

NOTE – La forme des têtes d'éprouvette n'est donnée qu'à titre indicatif.

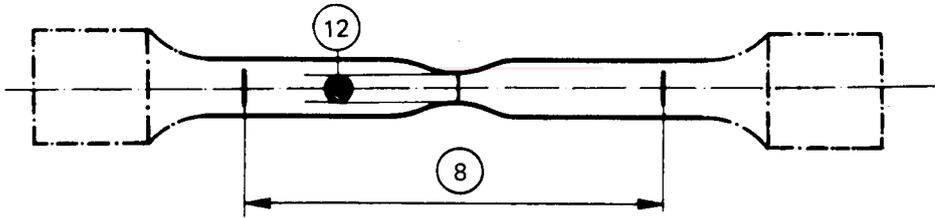


FIGURE 2 – Éprouvette à section circulaire, après rupture

Diagrammes charge/allongement illustrant l'effet d'écoulement :

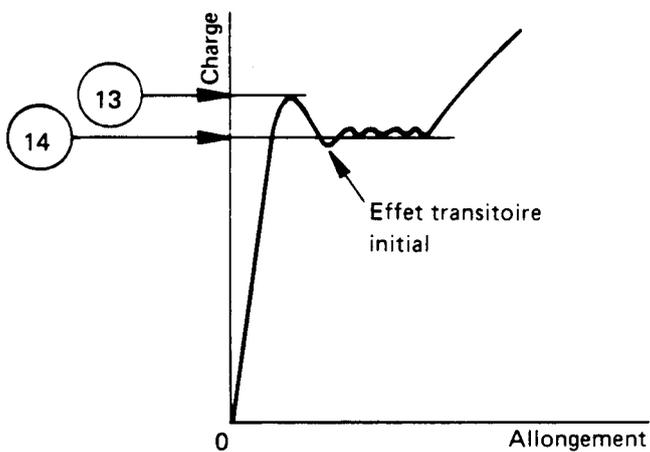


FIGURE 3

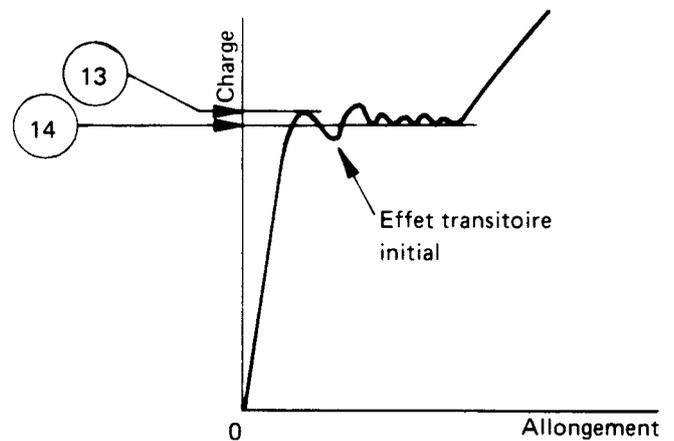


FIGURE 4

Diagrammes charge/allongement :

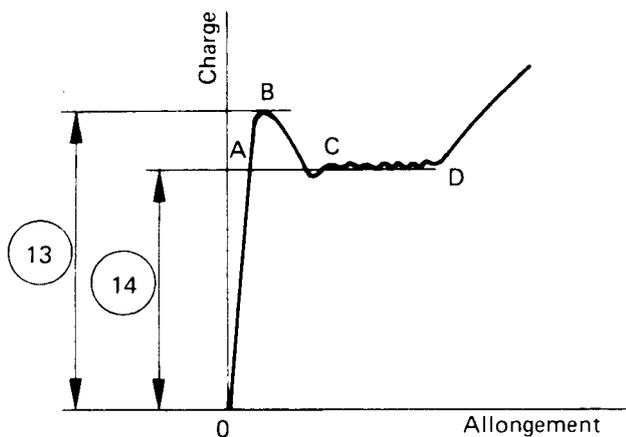


FIGURE 5

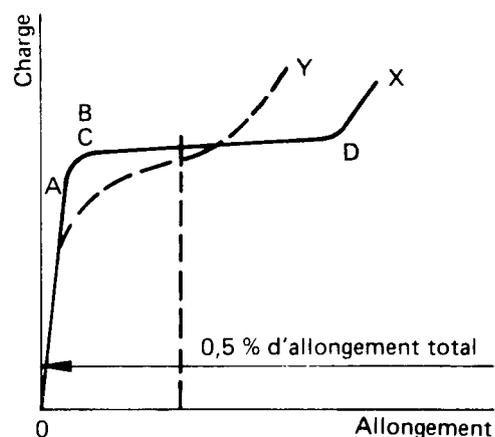


FIGURE 6

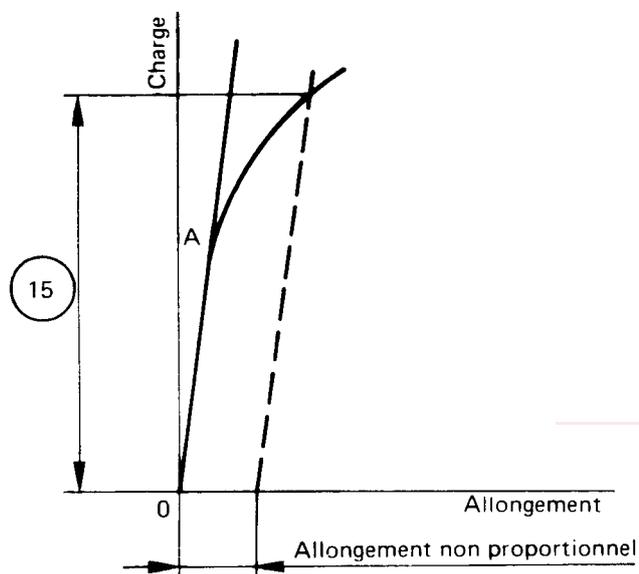


FIGURE 7

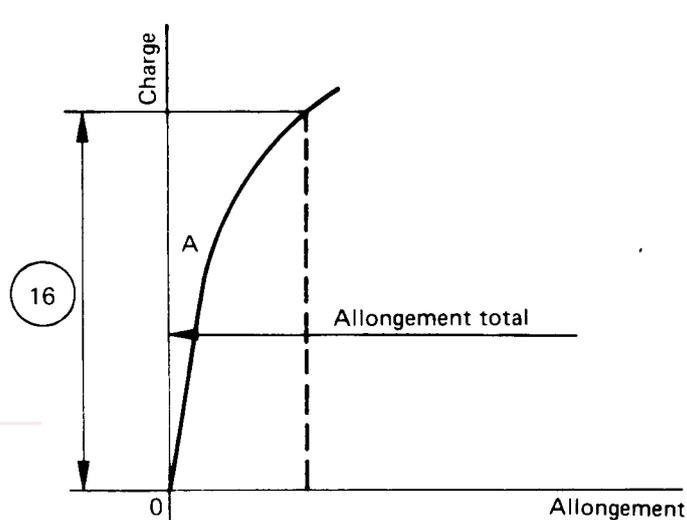


FIGURE 8

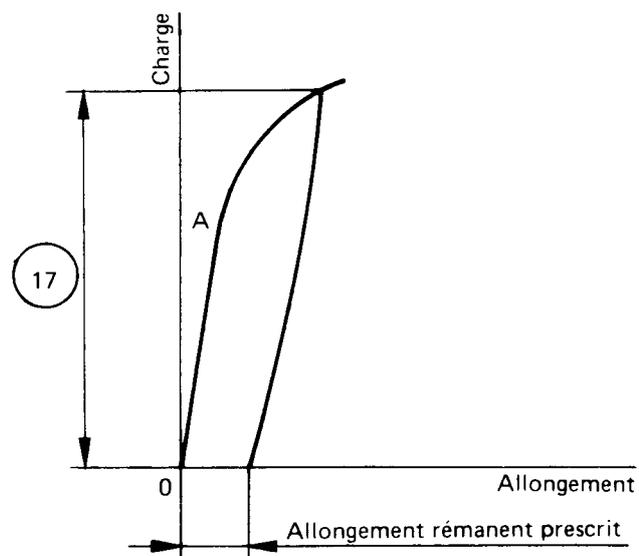


FIGURE 9

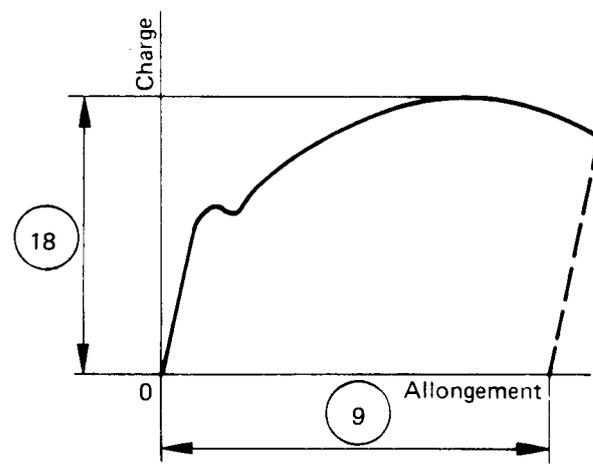


FIGURE 10

- A = Limite d'élasticité
- B = Limite supérieure d'écoulement
- BCD = Allongement au moment de l'écoulement

## 6 ÉPROUVETTES

**6.1** La section de l'éprouvette peut être circulaire, carrée, rectangulaire ou, dans des cas spéciaux, d'une autre forme. Pour les éprouvettes à section rectangulaire, il est recommandé de ne pas dépasser le rapport 8 : 1 entre la largeur et l'épaisseur de l'éprouvette.

**6.1.1** La partie calibrée doit être raccordée par des congés aux têtes d'amarrage. La courbure de ces raccords a de l'importance et il est recommandé que leur rayon soit précisé par la spécification du produit. Les têtes d'amarrage peuvent être de toute forme appropriée aux dispositifs de fixation de la machine. Des profilés, des barres, etc., peuvent cependant être essayés bruts.

**6.1.2** Les tolérances sur les dimensions des éprouvettes doivent être conformes à celles données dans les tableaux 3 et 4 de l'annexe A.

**6.2** En règle générale, le diamètre de la partie calibrée des éprouvettes à section circulaire ne doit pas être inférieur à 4 mm (0,16 in).

**6.3** Les éprouvettes qui sont géométriquement semblables et pour lesquelles une certaine relation entre leur longueur entre repères et leur section droite est respectée, sont dénommées éprouvettes proportionnelles. Par accord international, cette relation est  $L_o = 5,65 \sqrt{S_o}$ , ce qui, pour les éprouvettes à section circulaire, donne  $L_o = 5 d$ .

**6.4** Des éprouvettes autres que proportionnelles, telles que définies en 6.3, peuvent être utilisées pour certains produits pour des raisons soit techniques, soit économiques.

**6.5** Il est recommandé que la longueur de la partie calibrée ( $L_c$ ) de l'éprouvette à section circulaire soit comprise entre  $L_o + 2 d$  et  $L_o + d/2$  et que, pour l'éprouvette à section rectangulaire, cette longueur soit comprise entre  $L_o + 1,5 \sqrt{S_o}$  et  $L_o + 2,5 \sqrt{S_o}$ .

Sauf en cas de manque de matière, on doit toujours utiliser, en cas de contestation, la longueur calibrée  $L_c = L_o + 2 d$  pour les éprouvettes à section circulaire, et  $L_o + 2 \sqrt{S_o}$  pour les éprouvettes à section rectangulaire.

**6.6** Si des éprouvettes à section rectangulaire doivent être usinées ensemble, en paquet, à partir de laminés d'épaisseur différentes, la longueur calibrée devrait être comprise entre  $L_o + 1,5 \sqrt{S_o}$  et  $L_o + 2,5 \sqrt{S_o}$ ,  $S_o$  correspondant à l'éprouvette ayant la section maximale.

**6.7** Les éprouvettes doivent être prélevées et préparées conformément aux prescriptions de l'ISO/R 377. (Voir également A.3.3 de l'annexe A).

## 7 DÉTERMINATION DE L'AIRE DE LA SECTION DROITE

Les dimensions nominales peuvent être utilisées dans le calcul de l'aire de la section droite des éprouvettes à section circulaire satisfaisant aux tolérances données dans le tableau 3. Pour toutes les autres formes d'éprouvettes, l'aire de la section droite doit être calculée à partir des mesures des dimensions appropriées, et ce, avec une erreur ne dépassant pas  $\pm 0,5\%$  sur chaque dimension (voir également A.2 de l'annexe A).

## 8 MARQUAGE DE LA LONGUEUR INITIALE ENTRE REPÈRES

**8.1** Dans le cas des éprouvettes proportionnelles, la valeur de  $L_o$ , calculée conformément au chapitre 6, peut être arrondie au multiple de 5 mm (0,2 in) le plus proche, pour autant que la différence entre la longueur calculée et la longueur marquée ne dépasse pas 10 % de  $L_o$ .

**8.2** Les extrémités de la longueur entre repères sont matérialisées soit par des petites marques, soit par des traits de pointe sèche. En variante, on peut peindre l'éprouvette avec une encre à séchage rapide et marquer les extrémités de la longueur entre repères à la pointe sèche. Des marques formant entaille ne sont pas recommandées dans le cas de matériaux sensibles à l'effet d'entaille, car elles peuvent être la cause de ruptures prématurées.

**8.3** Il peut être utile de tracer sur la surface de l'éprouvette une ligne parallèle à son axe longitudinal. Dans le cas d'éprouvettes à faces planes, cette ligne doit être tracée au milieu de l'une des faces les plus larges.

**8.4** Lorsque la longueur calibrée est très supérieure à la longueur entre repères, comme par exemple dans le cas d'éprouvettes non usinées, on doit tracer sur la barre plusieurs couples de repères limitant des longueurs entre repères chevauchantes, certaines de ces longueurs pouvant aller jusqu'à la partie serrée dans les pièces d'amarrage. (Voir également A.4 de l'annexe A.)

## 9 MÉTHODE D'AMARRAGE

**9.1** Les éprouvettes doivent être maintenues par des moyens appropriés, tels que coins de serrage, cales vissées, cales épaulées, etc.

**9.2** Tout doit être mis en oeuvre pour que les éprouvettes soient fixées de façon que la charge soit appliquée aussi axialement que possible. Ceci est particulièrement important lors de l'essai de matériaux fragiles, ou lorsque l'on détermine la limite conventionnelle d'élasticité ou la limite apparente d'élasticité.

## 10 PRÉCISION DE L'APPAREILLAGE D'ESSAI

**10.1** La machine d'essai doit être étalonnée conformément aux prescriptions de l'ISO/R 147, et doit toujours être de la classe 1,0, sauf si la classe 0,5 est spécifiée par la norme du produit.

**10.2** Si nécessaire, (voir également 12.2), le facteur d'élasticité apparente ( $K$ ) du système d'essai de traction doit être déterminé conformément aux prescriptions de l'ISO 2573.

**10.3** L'erreur propre de l'extensomètre ou de l'indicateur de limite conventionnelle ne doit pas dépasser 5 % de la valeur de l'allongement pour laquelle la charge unitaire est obtenue.

## 11 DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES

Les caractéristiques précisées par la spécification du produit sont à déterminer conformément aux règles décrites aux chapitres 12 à 19.

NOTE – L'attention est attirée sur les paragraphes 4.9, 4.10 et 4.11, en ce qui concerne le choix convenable des diverses limites d'élasticité (voir également A.3 de l'annexe A.)

## 12 MÉTHODES D'ESSAI

### 12.1 Facteurs influençant la vitesse d'allongement

Il est indispensable de tenir compte des grandes variations de la vitesse d'allongement pouvant intervenir au cours d'un essai de traction et qui sont susceptibles d'influencer les résultats. La vitesse d'allongement pendant la déformation plastique peut être mesurée directement au moyen d'un appareillage adéquat. Cependant, dans la pratique courante, la vitesse d'allongement peut être évaluée sous forme de vitesse d'application de la charge, en tenant compte des facteurs suivants :

- 1) facteur d'élasticité apparente ( $K$ ) de l'ensemble machine d'essai – éprouvette (voir 12.3);
- 2) aire de la section droite de l'éprouvette;
- 3) longueur de la partie calibrée de l'éprouvette.

Le premier de ces facteurs doit être déterminé avant l'essai.

### 12.2 Détermination des caractéristiques du système d'essai

La valeur de  $K$  est à déterminer conformément aux prescriptions de l'ISO 2573. La valeur ainsi obtenue sur le type d'éprouvette normalement utilisé peut être considérée comme applicable à tous les essais effectués sur les machines de traction utilisant le même type de système d'attache et des conditions générales d'essai semblables.

## 12.3 Emploi du facteur $K$

### 12.3.1 Mesurage des limites supérieure et inférieure d'écoulement

Pour la détermination de ces limites, il est recommandé que, pendant la déformation plastique, la vitesse d'allongement ne dépasse pas 0,002 5/s. C'est la vitesse d'allongement normalement atteinte avec un grand nombre des machines actuellement en service lors des essais sur éprouvettes proportionnelles avec un réglage de la machine assurant une vitesse nominale d'application de la charge de 30 N/mm<sup>2</sup>·s (1,9 tonf/in<sup>2</sup>·s).

En plus de la vitesse d'allongement recommandée, une limite supérieure de 30 N/mm<sup>2</sup>·s (1,9 tonf/in<sup>2</sup>·s) sur la vitesse d'application de la charge dans le domaine élastique est imposée pour éviter, entre autres, les erreurs dues aux effets d'inertie.

Les tableaux 1 et 2 donnent les valeurs du maximum admissible pour la vitesse d'application de la charge initiale pour diverses éprouvettes et différentes valeurs de  $K$ , à utiliser lorsque la vitesse d'allongement plastique requise (n'excédant pas 0,002 5/s) ne peut être obtenue par réglage direct. On peut utiliser une vitesse d'application de la charge au moins égale au dixième de la vitesse d'application de la charge dans le domaine élastique déterminée à partir des tableaux 1 et 2. Cela entraînera une valeur légèrement plus faible de la limite d'écoulement obtenue.

Dans les cas où la valeur  $K$  d'une machine de traction ne peut être déterminée selon l'ISO 2573, une valeur  $K$  de 0,000 3mm/N peut être utilisée, sous réserve d'un accord entre les parties intéressées.

NOTE – Une machine «rigide» ayant une faible valeur  $K$  permettra d'essayer une plus grande gamme d'éprouvettes à la vitesse d'allongement maximale admissible dans le domaine élastique, sans dépasser la vitesse d'allongement de 0,002 5/s.

### 12.3.2 Mesurage des limites conventionnelles

S'il n'y a pas d'effet d'écoulement, la vitesse d'allongement imposée à l'éprouvette au voisinage de la limite conventionnelle d'élasticité peut ne pas dépendre, de façon appréciable, du facteur  $K$  ou des dimensions de l'éprouvette. Pour la détermination de la limite conventionnelle d'élasticité, la seule vitesse maximale d'application de la charge de 30 N/mm<sup>2</sup>·s (1,9 tonf/in<sup>2</sup>·s) est donc recommandée.

NOTE – À l'intérieur de ces limites, il n'est pas pratique de fixer de façon précise la vitesse de déformation, car cela imposerait un type d'extensomètre déterminé.

## 13 REMARQUES SUR LES DIAGRAMMES CHARGE/ALLONGEMENT

**13.1** Les figures 5 à 9 représentent quelques types de diagrammes rencontrés. Pour beaucoup de matériaux, la partie initiale du diagramme charge/allongement est une droite (OA des figures 5 à 9). (En se basant sur

l'observation des déformations au cours d'un essai de traction, pendant l'accroissement de la charge, on peut en déduire les valeurs correspondantes de la charge unitaire et de l'allongement.)

**13.2** Lorsque la charge croît au-delà de la valeur correspondant au point A (figure 5), la relation entre charge et allongement cesse d'être linéaire. Dans certains cas, la charge passe par un maximum, puis décroît et reste sensiblement constante, tandis que l'allongement continue à croître notablement (BCD de figure 5). Dans d'autres cas, on n'observe pas de maximum au début de la déformation plastique, mais la charge reste pratiquement constante, tandis que l'allongement croît notablement (CD de figure 6, courbe X).

**13.3** Une fois l'écoulement terminé, les allongements ultérieurs résultent seulement des accroissements de la charge.

**13.4** Si le matériau essayé ne présente pas l'effet d'écoulement, l'allongement continue à croître, mais de façon non proportionnelle à la charge, au-delà du point A (figures 7, 8 et 9). En ce cas, il convient de déterminer une limite conventionnelle d'élasticité ou une limite d'allongement rémanent (voir chapitres 15 et 16).

## 14 DÉTERMINATION DES LIMITES D'ÉCOULEMENT

**14.1** La limite supérieure d'écoulement,  $R_{eH}$ , et/ou la limite inférieure d'écoulement,  $R_{eL}$ , peuvent être déterminées visuellement ou à l'aide d'un diagramme charge/allongement, ou de façon similaire.

NOTE – Lors de l'enregistrement d'un diagramme charge/allongement, il est possible d'enregistrer l'allongement par déplacement de la tête motrice.

**14.2** Pour ces déterminations, l'éprouvette doit être chargée de façon que la vitesse d'allongement soit réglée dans les conditions suivantes :

**14.2.1** La vitesse d'allongement de la partie calibrée de l'éprouvette pendant l'écoulement ne doit pas dépasser 0,002 5/s. Si cette vitesse ne peut être réglée directement, elle doit être fixée en réglant la vitesse d'application de la charge juste avant le début de l'écoulement. Les réglages de la machine d'essai ne doivent pas être faits après que les 90 % de la charge nécessaire pour provoquer l'écoulement aient été atteints.

**14.2.2** La valeur maximale de la vitesse initiale d'application de la charge à utiliser pour des éprouvettes de dimensions différentes, sur des machines d'essai ayant des constantes élastiques différentes, est donnée dans les tableaux 1 et 2. Voir également la note 4 des tableaux 1 et 2.

**14.2.3** En aucun cas, la vitesse d'application de la charge dans le domaine élastique ne doit dépasser 30 N/mm<sup>2</sup>·s (1,9 tonf/in<sup>2</sup>·s).

**14.3** Si les limites supérieure ou inférieure d'écoulement, telles qu'elles sont définies en 4.9, ne sont pas facilement déterminables sur le diagramme (voir figure 6, courbe Y), une limite d'extension à 0,5 % sous charge peut être déterminée et considérée comme une valeur de la limite inférieure d'écoulement, pour autant que cela soit prévu par la spécification du produit, ou convenu par accord entre les parties intéressées.

## 15 DÉTERMINATION DES LIMITES CONVENTIONNELLES

**15.1** Pour déterminer la limite conventionnelle d'élasticité,  $R_p$ , ou la limite d'extension,  $R_t$ , la vitesse d'application de la charge dans le domaine élastique ne doit pas dépasser 30 N/mm<sup>2</sup>·s (1,9 tonf/in<sup>2</sup>·s) – voir 12.3.2 – et peut être comprise dans la gamme de 3 à 30 N/mm<sup>2</sup>·s. Dans les deux cas, un extensomètre doit être utilisé.

**15.2** La limite conventionnelle d'élasticité,  $R_p$ , est déterminée sur le diagramme charge/allongement en traçant une droite parallèle à la partie rectiligne de la courbe et distante de celle-ci d'une valeur égale au pourcentage non proportionnel prescrit, par exemple 0,2 %. Le point où cette droite coupe la courbe représente la limite conventionnelle d'élasticité cherchée. (Voir figure 7.)

**15.2.1** La précision du tracé du diagramme charge/allongement est essentielle (voir 10.3). La courbe peut être tracée par enregistrement automatique ou par procédé manuel. Cependant, on peut utiliser un indicateur de charge, sans production d'un diagramme réel charge/allongement.

**15.2.2** Le pourcentage d'allongement requis pour lequel la limite conventionnelle doit être déterminée, doit être fixé par la spécification du produit.

**15.3** La limite d'extension,  $R_t$ , est déterminée sur le diagramme charge/allongement de la figure 8 en traçant une droite parallèle à l'axe y et distante de celui-ci d'une valeur égale au pourcentage d'allongement total prescrit. La charge pour laquelle l'extensomètre indique l'allongement total requis représente la limite d'extension prescrite.

L'extension totale déterminant la limite conventionnelle doit être fixée par la spécification du produit ou par un accord entre les parties intéressées.

NOTE – La méthode d'extension sous charge n'est à appliquer qu'à des aciers dont la limite d'élasticité ne dépasse pas 650 N/mm<sup>2</sup> (40 tonf/in<sup>2</sup>) et dont la résistance à la traction ne dépasse pas 1 100 N/mm<sup>2</sup> (70 tonf/in<sup>2</sup>).

## 16 VÉRIFICATION DE LA LIMITE D'ALLONGEMENT RÉMANENT

**16.1** Si une limite d'allongement rémanent est spécifiée ou convenue, la faible charge initiale prévue par la spécification du produit doit être appliquée à l'éprouvette. La charge est