

I.Principe de l'essai.

L'essai consiste à soumettre une éprouvette à un effort de traction suivant son axe, généralement jusqu'à la rupture en vue de déterminer une ou plusieurs caractéristiques mécaniques.

II.Machine de traction.

Elle est constituée :

- D'un système de traction
- D'un système de mesure précise des allongements
- D'un système de mesure précise des efforts engendrés

La norme préconise des machines à vitesse de traction constante (commandées en déplacement).

En général, les efforts sont mesurés par jauges de contraintes.

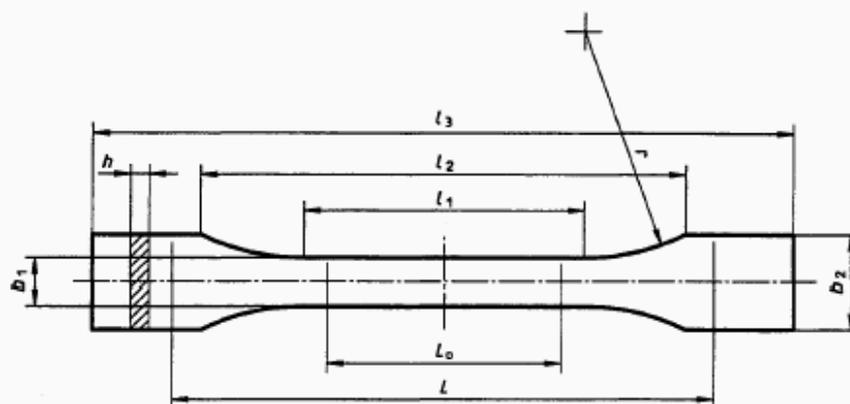
Les allongements sont mesurés soit par le déplacement de la traverse
soit par un extensomètre.

Le dispositif d'attache des éprouvettes devra être conçu de telle sorte qu'au moindre effort l'éprouvette s'alignera sur l'axe de l'effort de traction.

III.Eprouvettes

1. Formes géométriques et dimensions

a. Eprouvettes type 1A et 1B

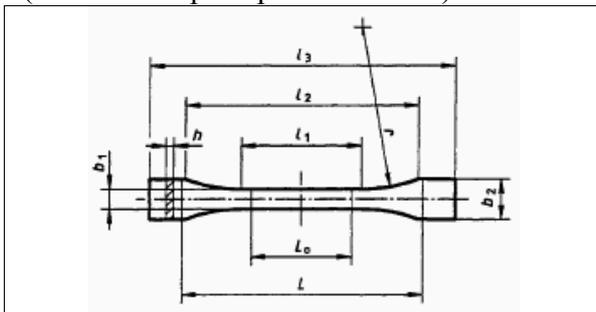


Dimensions en millimètres

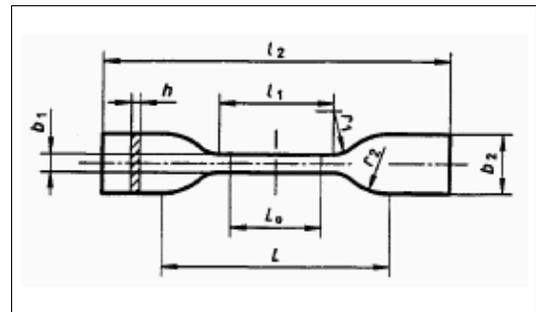
Type d'éprouvette	1A	1B
l_3 Longueur totale		≥ 150 ¹⁾
l_1 Longueur de la partie étroite parallèle	80 ± 2	$60,0 \pm 0,5$
r Rayon	$20 \text{ à } 25$	≥ 60 ²⁾
l_2 Distance entre les parties larges à faces parallèles	$104 \text{ à } 113$ ³⁾	$106 \text{ à } 120$ ³⁾
b_2 Largeur aux extrémités		$20,0 \pm 0,2$
b_1 Largeur de la partie étroite		$10,0 \pm 0,2$
h Épaisseur recommandée		$4,0 \pm 0,2$
L_0 Longueur de référence		$50,0 \pm 0,5$
L Distance initiale entre mâchoires	115 ± 1	l_2 ⁺⁵

b. Autres types d'éprouvettes

(Voir norme pour plus de détails)



Type	1BA	1BB
l_3	75	30
b_1	5	2
h	2	2



Type	5A	5B
l_2	75	35
b_1	4	2
h	2	1

2. Modes d'obtention

- Usinées, (non recommandé car les traces laissées par l'outil sont des amorces de rupture)
- Découpées à l'emporte-pièce, (exemple : dans une pièce, avant et après formage, un profilé, ...)
- Moulées par compression (cette technique évite l'orientation des macromolécules de l'injection mais est peu représentative.)
- Moulées par injection (les plus utilisées).

Les éprouvettes peuvent être soit :

3. Autres spécifications :

Les produits particuliers tels que les films, tubes, joncs, plastiques armés, matériaux alvéolaires, peuvent nécessiter des éprouvettes ayant d'autres géométries, avec ou sans amorce de rupture et font l'objet de normes spécifiques.

Un certain nombre de précautions sont à prendre lors de l'élaboration et de l'utilisation des éprouvettes :

- Eviter toutes amorces de ruptures (y compris les repères tracé au crayon).
- Si le produit est anisotrope¹, prélever des éprouvettes dans les deux sens.
- Si les épaisseurs des éprouvettes ne sont pas conformes aux normes, il n'est pas souhaitable de les usiner.
- Pour les essais comparatifs, utiliser des éprouvettes identiques.
- Prévoir 5 éprouvettes au moins pour chaque échantillon de matière isotrope². Dans le cas de matière anisotrope, doubler le nombre d'éprouvettes.
- Supprimer et remplacer les éprouvettes dont la rupture ne se serait pas produite à l'intérieur de la longueur de référence ou aurait été provoquée par quelque défaut visible. (bulle, fissure, ...).
- Sauf spécification contraire, utiliser le mode de conditionnement prescrit par la norme ISO 291, (88 heures à $23^{\circ} \pm 2$ et $50\% \pm 10$ d'humidité relative).

¹ Anisotrope : dont le comportement diffère suivant la direction de la sollicitation.

² Isotrope : dont le comportement est identique quelque soit la directions de la sollicitation.

IV. Mode opératoire :

1. Atmosphère d'essai

La température et l'atmosphère d'essai doivent correspondre à la norme ISO 291 (23/50).

2. Vitesses d'essai

Régler la vitesse d'essai conformément à la norme du matériau concerné. En l'absence de cette information, elle doit être agréée par les parties intéressées conformément au tableau ci contre.

Il peut être nécessaire ou souhaitable d'adopter différentes vitesses pour la détermination du module jusqu'au seuil d'écoulement et pour le mesurage des autres caractéristiques après le seuil d'écoulement.

Pour le module d'élasticité, la vitesse d'essai sélectionnée doit donner un taux de déformation aussi près que possible de 1 % de la longueur de référence par minute.

Vitesse mm/min	Tolérance %
1	± 20 ¹⁾
2	± 20 ¹⁾
5	± 20
10	± 20
20	± 10
50	± 10
100	± 10
200	± 10
500	± 10

1) Les tolérances sur les vitesses 1 mm/min sont plus faibles que celles indiquées dans l'ISO 5893.

La vitesse d'essai à une influence

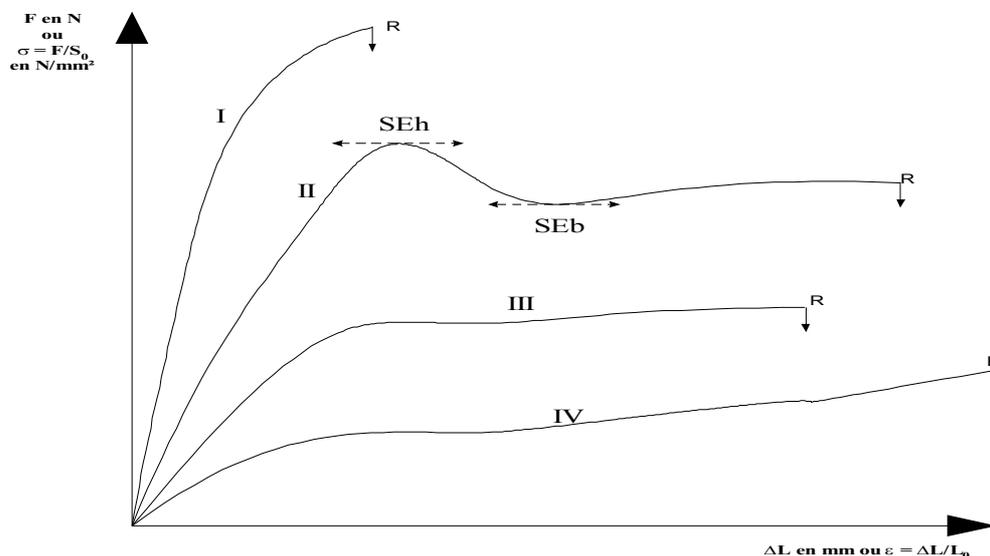
importante sur les résultats

3. Technique de l'essai

- Mesurer la largeur et l'épaisseur de l'éprouvette à 0,1mm près pour la largeur et 0,02mm près pour la hauteur en différents points répartis sur la longueur.
- Placer des repères sur l'éprouvette distants de 50 mm.
- Fixer l'éprouvette sur la machine
- Démarrer l'essai avec l'enregistrement des données efforts / allongements.
- Refaire l'essai avec 5 éprouvettes du même matériau.

V. Courbes de sollicitations obtenues

On enregistre les allongements ΔL en fonction des forces F . Ces courbes fournies par la machine peuvent être transformées en courbes contraintes σ - déformation ε avec :



$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

Les forces F s'exprime en Newtons (N),

la section en mm^2 ,

la contrainte σ en N/mm^2 équivalent au MPa.

1. Courbes de type I

Caractérise un comportement fragile. Obtenue avec les matière thermodurcissable. Les thermoplastiques ne présentent ce comportement qu'à basse température ou à vitesse élevée de sollicitation.

2. Courbes de type II

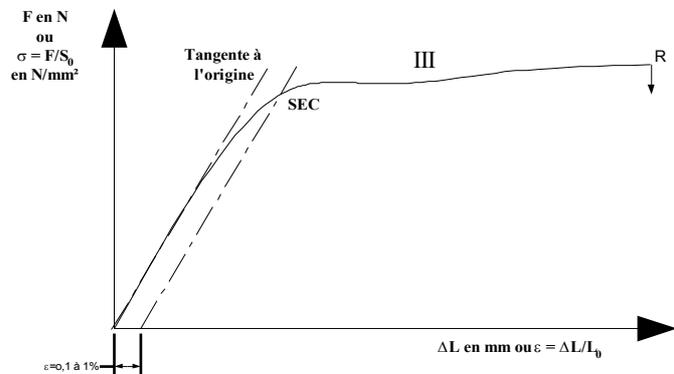
Un grand nombre de thermoplastiques présentent ce type de courbe à température ambiante. Le maximum ou **SEUIL D'ÉCOULEMENT HAUT (Seh)** correspond à l'apparition du phénomène de striction. La réduction de section s'amorce et se propage.

Au **SEUIL D'ÉCOULEMENT BAS (Seb)**, à charge pratiquement constante, l'éprouvette s'allonge de manière très importante. Cet étirage se traduit par une très forte orientation moléculaire.

La **LIMITE ÉLASTIQUE** ou la limite de linéarité correspond au point de décollement entre la tangente à l'origine et la courbe.

3. Courbes de type III

Certains polymères cristallins présentent ce comportement sans seuil très marqué. Outre les paramètres de rupture, on définit un **SEUIL CONVENTIONNEL D'ÉCOULEMENT (SCE)** à l'intersection de la droite parallèle à la tangente à l'origine de la courbe III à partir d'une déformation spécifiée (0,1 à 1%).



4. Courbes de type IV

Ce type de comportement est caractéristique des élastomères ainsi que des polymères amorphe au dessus de leur température de transition vitreuse.

On retient la contrainte et l'allongement à la rupture

VI. Détermination des grandeurs caractéristiques

1. Contrainte à la rupture

C'est le quotient de la force appliquée au moment de la rupture par la section initiale :

$$\sigma_B = \frac{F_B}{S_0}$$

2. Contrainte au seuil d'écoulement haut.

$$\sigma_Y = \frac{F_Y}{S_0}$$

C'est le quotient de la force appliquée au début de la striction de l'échantillon par la section initiale.

- On peut se servir de cette contrainte comme limite d'élasticité, ce qui n'est pas rigoureux mais simplement pratique.
- Cette caractéristique est importante car elle correspond à l'allongement limite que le matériau peut supporter sans se dégrader.

3. Contrainte au seuil d'écoulement bas.

$$\sigma_{SEb} = \frac{F_{SEb}}{S_0}$$

4. Allongement pour cent au seuil d'écoulement

$$\varepsilon_Y = \frac{\Delta L_Y}{L_0} \times 100$$

5. Allongement pour cent à la rupture

$$\varepsilon_B = \frac{\Delta L_B}{L_0} \times 100$$

6. Module d'élasticité

Il n'y a pas souvent, comme pour les métaux, une partie linéaire au début de la courbe. On est donc conduit à normaliser le calcul du modules :

a. Suivant la norme ISO 527

$$E_t = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

Et est le module d'élasticité en traction, exprimé en mégapascals ;

σ_1 est la contrainte, en mégapascals, mesurée à la valeur de déformation $\varepsilon_1 = 0,0005$;

σ_2 est la contrainte, en mégapascals, mesurée à la valeur de déformation $\varepsilon_2 = 0,0025$;

b. Le module tangent

Il est déterminé à partir de la tangente à l'origine de la courbe "contrainte / déformation".

$$E_T = \frac{\sigma_A}{\varepsilon_A} \text{ en Mpa.}$$

c. Le module sécant

Il est déterminé pour une déformation conventionnelle (exemple, 0,5%, 1%, 2%, suivant les matériaux).

$$E_{SEC 2\%} = \frac{\sigma_B}{\varepsilon_B} \text{ en Mpa.}$$

(on pourra remarquer que dans cet exemple $\varepsilon_B=0,02$)

