

---

# Norme internationale



# 5603

---

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

---

## Caoutchouc vulcanisé — Détermination de l'adhérence à un câble métallique

*Rubber, vulcanized — Determination of adhesion to wire cord*

Première édition — 1986-10-01

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 5603:1986](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6b646d65-3581-46a2-9bb2-0dc82b3331f8/iso-5603-1986>

---

CDU 678.4 : 620.179.4 : 677.7

Réf. n° : ISO 5603-1986 (F)

Descripteurs : caoutchouc, caoutchouc vulcanisé, essai, essai d'adhérence.

## 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 créé à cet effet. 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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5603 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Elastomères et produits à base d'élastomères*.

[ISO 5603:1986](#)

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Caoutchouc vulcanisé — Détermination de l'adhérence à un câble métallique

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie deux méthodes de détermination de l'adhérence d'un câble métallique à un mélange de caoutchouc vulcanisé. Le câble métallique est totalement enrobé dans le caoutchouc.

Ces méthodes sont applicables à des éprouvettes préparées dans des conditions bien déterminées au laboratoire où elles sont utilisées pour des recherches et des contrôles de matières premières ou de procédés utilisés dans la fabrication de produits renforcés avec des câbles métalliques.

NOTE — Ces méthodes sont également utilisables avec des fils simples comme par exemple la tringle.

La méthode 1 réduit la dépendance de l'adhérence mesurée vis-à-vis du module et des propriétés de résistance du caoutchouc.

## 2 Références

ISO 471, *Caoutchouc — Températures, humidités et durées normales pour le conditionnement et l'essai des éprouvettes.*

ISO 2393, *Mélanges d'essais à base d'élastomères — Mélangeage, préparation et vulcanisation — Appareillage et mode opératoire.*

ISO 5893, *Appareils d'essai du caoutchouc et des plastiques — Types pour traction, flexion et compression (vitesse de translation constante) — Description.*

## 3 Principe

L'adhérence est déterminée par mesurage de la force nécessaire pour arracher un câble métallique d'un bloc de caoutchouc préparé. La force est dirigée le long de l'axe du câble, en utilisant une jauge d'essai comprenant un orifice circulaire ou à section carrée convenablement choisi pour assurer l'uniformité de la contrainte.

Les éprouvettes de câble et de caoutchouc sont préparées ensemble en les vulcanisant sous pression. Dans la méthode 1, la surface extérieure du bloc de caoutchouc est convenablement renforcée. Dans la méthode 2, un tel renfort n'est pas employé.

## 4 Matériaux

**4.1 Câbles**, conformes à la spécification du système de fixation à étudier. Dans le cas où aucune spécification particulière n'est indiquée, un câble d'acier laitonné de constitution  $1 \times 3 \times 0,15 \text{ mm} + 6 \times 0,27 \text{ mm}$  ou de constitution  $7 \times 4 \times 0,22 \text{ mm}$  doit être utilisé.

NOTE — La constitution des câbles est définie par leur diamètre et le nombre de brins constitutifs, en commençant par l'âme du câble. Ceci est contraire à celle donnée dans l'ISO 3578, *Câbles en acier — Désignations normalisées*, qui n'est pas applicable ici.

Dans le cas de contrôle de qualité, les câbles doivent être tels quels, c'est-à-dire ni nettoyés, ni séchés.

### NOTE SUR LE STOCKAGE DU CÂBLE

Il est essentiel que le câble soit stocké dans une atmosphère sèche pour éviter la corrosion en surface. Le stockage peut être effectué dans un récipient hermétiquement clos contenant également un agent desséchant [par exemple gel de silice ( $\text{SiO}_2$ )]. Le récipient ne doit être ouvert que pour retirer la quantité de câble nécessaire et doit ensuite être refermé immédiatement. Il est également essentiel que le câble ne soit pas contaminé par de la poussière de l'agent desséchant.

**4.2 Mélange de caoutchouc cru**, conforme à la spécification du système de fixation à étudier. Lorsque c'est possible, le mélange de caoutchouc cru doit être repris sur mélangeur à cylindres avant utilisation. Si cela n'est pas possible, la surface doit être rafraîchie par essuyage avec un chiffon imbibé d'un solvant et laissée à l'air pour permettre au solvant de s'évaporer. Il est préférable d'utiliser de l'heptane comme solvant, mais il est également possible d'utiliser des solvants pétroliers ayant un intervalle de distillation d'environ 65 à 125 °C; ces solvants ne doivent pas avoir de résidus d'évaporation supérieurs à 3 mg par 100 cm<sup>3</sup> de solvant. Le mélange de caoutchouc doit être stocké à  $23 \pm 2 \text{ °C}$  ou à  $27 \pm 2 \text{ °C}$ , avant utilisation. Il doit être calandré en feuille d'une épaisseur convenable et doit être protégé par un film de polyéthylène noir.

**4.3 Plaques de renforcement**, pour donner plus de rigidité au bloc de caoutchouc. Ces plaques sont utilisées uniquement pour la méthode 1. Ces plaques de renforcement peuvent être des plaques métalliques traitées avec un adhésif permettant d'avoir une bonne adhérence avec le caoutchouc (lorsque l'épaisseur est au moins de 0,5 mm) ou une bande de caoutchouc renforcée par des câbles d'acier qui doivent avoir une très grande rigidité; on peut utiliser des câbles de constitution  $1 \times 3 \times 0,30 \text{ mm} + 6 \times 0,38 \text{ mm}$  (lorsque  $t < 2,5 \pm 0,1 \text{ mm}$ ).

## 5 Appareillage

**5.1 Moule**, permettant la confection d'une éprouvette contenant plusieurs longueurs de câble noyées dans le caoutchouc et régulièrement espacées tout au long de sa longueur. Différents moules sont utilisés selon les deux méthodes.

### 5.1.1 Méthode 1

Le moule est en deux parties et permet d'obtenir un très bon contact entre le caoutchouc et le câble au moment de la vulcanisation sous presse, mais devient ensuite un moule à cavité fixe.

Un moule adéquat conçu pour s'adapter au tissu renforcé d'acier est représenté à la figure 1. Ce moule conduit à des éprouvettes de 310 mm de longueur contenant 21 brins de câble. Il est possible cependant d'utiliser un nombre de brins de câble différent, mais qui doit, quoiqu'il en soit, être supérieur à 9. La largeur de l'éprouvette  $x$  dépend de la longueur de câble devant être enrobée dans le caoutchouc (qui est fonction du diamètre du câble; voir 6.2). La longueur de câble enrobée de caoutchouc doit être obtenue par l'utilisation de paires de prisonniers ou de cales. La hauteur du bloc  $y$  est suffisamment grande pour permettre une bonne répartition de l'excès de caoutchouc pendant le moulage (voir 6.3.1).

Un autre moule adéquat utilisant des bandes de caoutchouc armées comme plaques de renforcement est représenté à la figure 2. Un dispositif mécanique permettant d'ajuster la tension du câble doit être utilisé avec ce moule. La figure 3 donne les valeurs des différentes dimensions d'un moule de ce type et décrit les cales d'acier interchangeables nécessaires à l'utilisation des différentes tailles de câbles pour les moules représentés aux figures 1 et 2.

Tout moule conduisant à des dimensions d'éprouvettes correctes et permettant d'appliquer la force nécessaire au moulage directement sur le caoutchouc peut également être utilisé, comme par exemple un dispositif à ressort.

Si c'est désiré, les moules peuvent laisser des marques adéquates sur l'éprouvette une fois moulée permettant un meilleur centrage du câble au moment du mesurage.

### 5.1.2 Méthode 2

Le moule est représenté aux figures 4 et 5. Ce moule permet d'obtenir quatre blocs d'essai ayant chacun une longueur de 200 mm (voir 6.2) et contenant chacun 15 brins de câble. Lorsqu'on utilise des câbles dont le diamètre est au plus égal à 1,7 mm, le moule représenté aux figures 4 et 5 doit être utilisé pour confectionner des blocs, et, lorsqu'on utilise des câbles dont le diamètre est supérieur à 1,7 mm, le moule doit être modifié en conséquence. Si plus d'un tiers de câble casse pour une longueur enrobée de 12,5 mm, il est prudent de réduire la longueur enrobée par l'utilisation d'un prisonnier adéquat. Les moules permettant d'obtenir tout autre nombre de blocs aux dimensions requises ainsi que des moules permettant d'obtenir différentes longueurs enrobées de câble sont utilisables.

**5.2 Presse de vulcanisation**, de dimensions suffisantes pour prendre le moule. Elle doit être conforme aux spécifications de l'ISO 2393 et doit être capable d'exercer une force d'au moins 100 kN.

**5.3 Machine d'essai de traction**, conforme aux spécifications de l'ISO 5893. Elle doit être capable d'enregistrer à  $\pm 2\%$  la force maximale obtenue au cours de l'essai et de garantir la vitesse de séparation des mâchoires à une valeur constante comprise entre 50 et 150 mm/min.

NOTE — Les machines du type à inertie (dynamomètres pendulaires) peuvent donner des résultats sensiblement différents à cause des effets de friction et inertiels. Les machines à très faible inertie (utilisant par exemple des transducteurs électroniques ou optiques) donnent des résultats non affectés par ces effets et sont donc préférés.

**5.4 Dispositif**, pour maintenir l'éprouvette dans la machine d'essai. Il doit comporter une encoche adéquate permettant le passage du câble d'essai de manière à atteindre l'orifice circulaire dans lequel le câble d'essai doit être centré; les dimensions du trou dépendent du type d'éprouvette (voir 6.2). Ce dispositif doit supporter latéralement l'éprouvette au moyen d'une glissière et doit permettre un centrage précis de la charge appliquée (c'est-à-dire la position du câble) au cours de l'essai. Si c'est souhaité, le dispositif peut posséder des marques particulières pour faciliter le centrage du câble d'essai dans l'orifice d'essai. Un dispositif de ce type est représenté à la figure 6.

**5.5 Mâchoires**, pour pincer le câble à extraire dans la machine d'essai. Elles peuvent être de différents types — mécanique, pneumatique/hydraulique — pour que la force appliquée au câble reste normale à la partie inférieure de l'éprouvette.

## 6 Éprouvette

NOTE — Les deux méthodes ne sont pas les mêmes et ne donnent pas nécessairement des résultats identiques.

### 6.1 Forme

L'éprouvette doit avoir l'une des formes générales représentées à la figure 7.

### 6.2 Dimensions

Deux types d'éprouvettes sont spécifiés pour la méthode 1, selon le diamètre du câble, et leurs dimensions doivent être conformes aux spécifications du tableau 1. Les dimensions des éprouvettes pour la méthode 2 doivent être conformes aux spécifications du tableau 2. Dans les deux méthodes, on doit utiliser des éprouvettes ayant les dimensions  $h$  et  $L$  bien adaptées aussi bien pour les câbles d'un diamètre inférieur à 0,5 mm que supérieur à 1,7 mm ou pour des câbles plus petits qui conduisent à un nombre de ruptures important dans le cas des mélanges de caoutchouc conférant des adhérences très élevées.

Tableau 1 — Dimensions des éprouvettes pour la méthode 1

Dimensions en millimètres

Type	Diamètre de câble, $d$	Longueur enrobée, $L$		Épaisseur minimale de caoutchouc comprise entre les lames de renforcement, $w_m$	Espacement minimal des câbles, $S^{2)}$	Diamètre ou diagonale de l'orifice d'essai, $h^{2)}$
		Éprouvette renforcée par une plaque d'acier	Éprouvette renforcée par un tissu armé			
A	0,5 à 1,0	10,0	10,0	6,0 <sup>1)</sup>	62,5 % de $L$	85 % de $L$
B	1,0 à 1,7	10,0	16,0	6,0 <sup>1)</sup>	62,5 % de $L$	85 % de $L$

1) Des largeurs supérieures sont préférées lorsqu'on utilise un tissu renforcé d'acier.

2) L'espacement minimal des câbles  $S$  et le diamètre ou la diagonale  $h$  de l'orifice d'essai devraient être lues à 0,5 mm près.

Tableau 2 — Dimensions de l'éprouvette pour la méthode 2)

Dimensions en millimètres

Diamètre du câble, $d$	Longueur enrobée, $L$	Largeur de l'éprouvette, $W$	Espacement minimal des câbles, $S$	Diamètre de l'orifice d'essai, $h$
0,5 à 1,7	12,5	12,5	12,5	12,5

c) autant de longueurs de câble qu'il existe de positions dans le moule. Ces câbles doivent avoir pour longueur au moins 300 mm. Ils ne doivent pas être touchés par les doigts dans la partie centrale, mais seulement aux extrémités. Si c'est nécessaire, les extrémités des câbles peuvent être soudées ou collées avec un adhésif pour éviter la séparation des brins. On peut employer un câble sans fin lorsqu'un dispositif tenseur approprié est utilisé.

## 6.3 Préparation

### 6.3.1 Généralités

Préparer tous les matériaux nécessaires avant la confection de l'éprouvette de manière que le moule soit rempli rapidement au bon moment. L'opérateur doit porter des gants propres pendant la confection de l'éprouvette. Les câbles, le caoutchouc et les éprouvettes moulées doivent être parfaitement identifiées tout au long de l'opération.

NOTE — D'une manière générale, on utilise un excès de 5 % de mélange de caoutchouc de façon qu'au moment de la fermeture du moule sous pression, le mélange flue légèrement et permette une confection parfaite de l'éprouvette.

### 6.3.2 Méthode 1

6.3.2.1 Pour la confection de chaque bloc éprouvette, préparer

- deux pièces de renforcement métallique découpées à la dimension et à la forme convenable;
- deux bandes de mélange de caoutchouc coupées à la dimension correcte pour remplir le moule dessous et dessus le câble; la forme exacte de ces bandes de caoutchouc dépend du moule utilisé. Chaque bande de mélange de caoutchouc peut être constituée soit d'une bande épaisse unique, soit de plusieurs bandes plus fines superposées. Enlever le film protecteur de polyéthylène qui a été utilisé pendant le stockage et, si c'est nécessaire, rafraîchir la surface du mélange de caoutchouc avec un solvant (voir 4.2). Si l'on utilise un solvant, laisser s'écouler un temps suffisant pour que la surface soit complètement sèche;

6.3.2.2 Si c'est nécessaire, préchauffer le moule contenant tous les constituants à environ 100 °C.

### 6.3.3 Méthode 2

La préparation des éprouvettes se fait exactement de la même manière que dans la méthode 1, excepté l'utilisation des cales et des bandes de renforcement et que la confection de l'éprouvette avant vulcanisation est effectuée dans un dispositif exactement similaire au moule (voir figure 4).

Le bloc éprouvette non vulcanisé doit être retiré avec précaution, après confection, de ce dispositif en appuyant uniformément au dos de l'éprouvette; il doit être placé dans un dessiccateur et stocké à température normale de laboratoire (voir ISO 471) jusqu'à vulcanisation. Les éprouvettes doivent être vulcanisées après un stockage inférieur à 12 h.

### 6.3.4 Les deux méthodes

Placer le moule rempli sous la presse qui est déjà à la température de vulcanisation. Attendre quelques instants que la température du caoutchouc à l'intérieur du moule ait atteint environ 100 °C et que le caoutchouc soit prêt à fluer. Appliquer une force d'au moins 100 kN et la maintenir pendant toute la durée de la vulcanisation.

NOTE — Afin de régler les conditions pour que la température du caoutchouc atteigne 100 °C, il peut être nécessaire d'effectuer un calibrage préalable à l'aide d'un thermocouple inséré dans le caoutchouc.

Appliquer de l'eau de refroidissement à travers les plateaux de la presse durant un temps adéquat, relâcher la force de moulage et retirer le moule de la presse, ou laisser le moule se refroidir.

dir à l'air libre après l'avoir retiré de la presse. Extraire l'éprouvette du moule soit manuellement, soit à l'aide d'un dispositif extracteur évitant toute déformation dommageable.

Examiner l'éprouvette pour s'assurer que le caoutchouc a flué complètement le long de chaque brin de câble dans les paires de cales d'acier pour les éprouvettes de la méthode 1.

Séparer les blocs si c'est nécessaire. Couper la partie la plus courte du câble au ras du bloc de caoutchouc et éliminer toute bavure en bordure du bloc. Dans le cas d'éprouvettes renforcées (méthode 1), il n'est pas absolument nécessaire d'enlever toute trace de caoutchouc sur le câble car cela n'affecte pas les résultats obtenus; par contre, dans le cas d'éprouvettes non renforcées (méthode 2), il est nécessaire d'enlever toute trace de caoutchouc à l'aide d'une lame à rasoir ou d'un dispositif adéquat en prenant soin de ne pas abîmer le câble ou l'éprouvette de caoutchouc elle-même.

Conditionner les éprouvettes à température normale de laboratoire (voir ISO 471) durant au moins 16 h avant l'essai si aucune autre durée n'est spécifiée.

## 7 Mode opératoire

Effectuer les essais à température normale de laboratoire (voir ISO 471), à moins qu'une autre température ne soit spécifiée.

Installer l'éprouvette dans le porte-éprouvette de la machine d'essai de traction, dispositif représenté à la figure 6. Positionner l'éprouvette avec précaution de manière que le premier câble soit bien centré dans l'orifice, garantissant ainsi que la traction d'essai sera uniformément répartie autour de la circonférence du câble (voir figures 6 et 8). Ce centrage peut être facilité en alignant les marques déjà mentionnées en 5.1.1 et 5.4. Bloquer le câble à essayer dans les mâchoires d'extraction.

Appliquer la traction en séparant les mâchoires d'extraction du dispositif de fixation à une vitesse constante, comprise entre 50 et 150 mm/min, jusqu'à rupture de l'éprouvette. Relever la force maximale.

Recommencer l'opération pour chaque câble restant dans l'éprouvette; au moins 10 câbles doivent être essayés.

## 8 Expression des résultats

Pour chaque câble d'essai, calculer l'adhérence en divisant la force maximale obtenue par la longueur de câble enrobée dans l'éprouvette, et exprimer le résultat en newtons par millimètre

ou en kilonewtons par mètre, en l'arrondissant au nombre entier le plus proche.

Calculer la valeur moyenne et l'écart-type pour chaque condition d'essai.

Examiner chaque éprouvette rompue et, si c'est nécessaire, indiquer le défaut d'adhérence au moyen des symboles suivants:

- R — indique que la rupture a eu lieu dans le caoutchouc;
- M — indique que la rupture a eu lieu à l'interface entre le câble et le caoutchouc et qu'une surface complètement nue du câble est visible.

Compléter ces symboles avec des pourcentages, les résultats étant exprimés en « pourcentage de recouvrement » par paliers de 25 %.

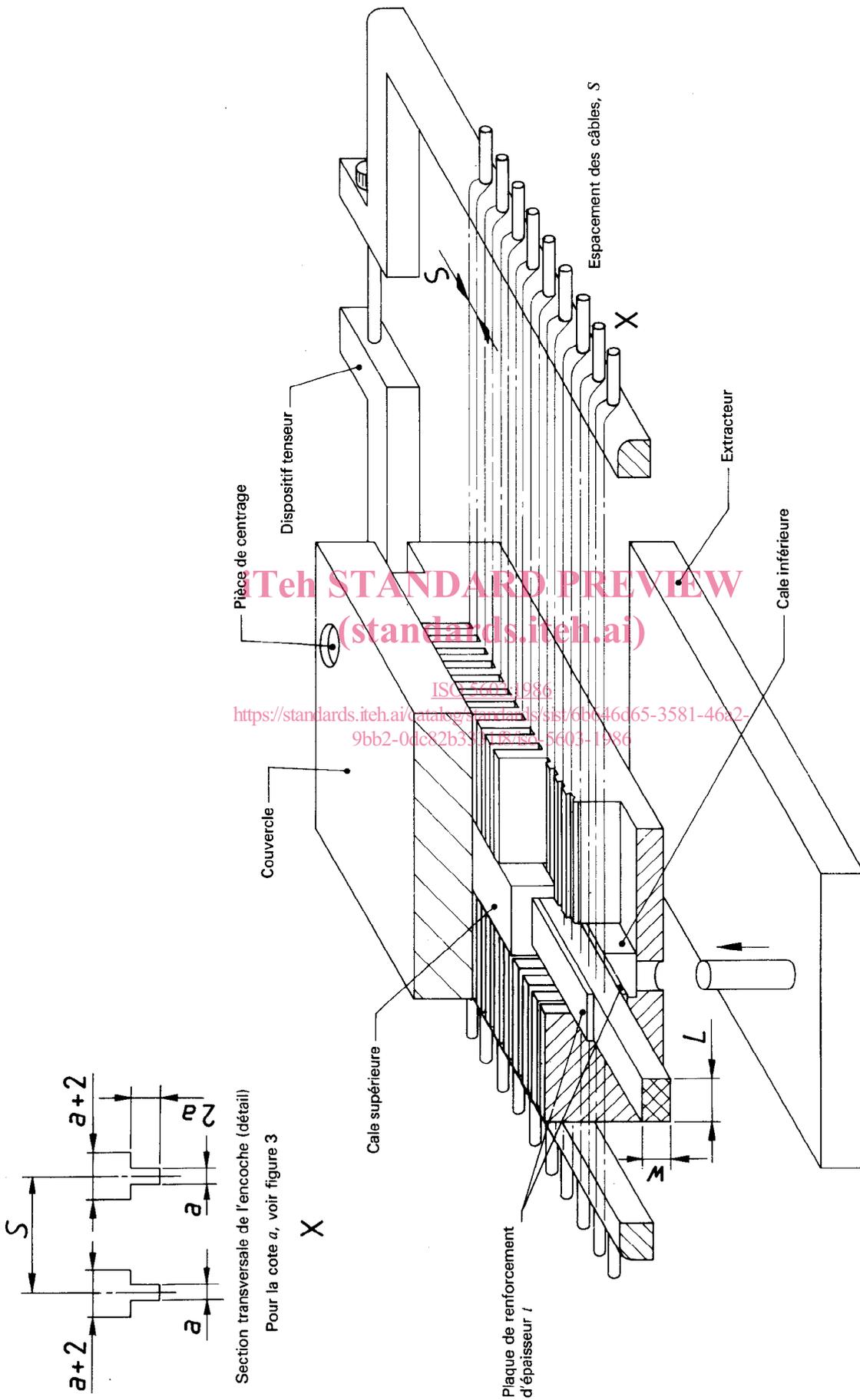
25 R/75 M signifie que 75 % de la surface du câble est visible.

## 9 Procès-verbal d'essai

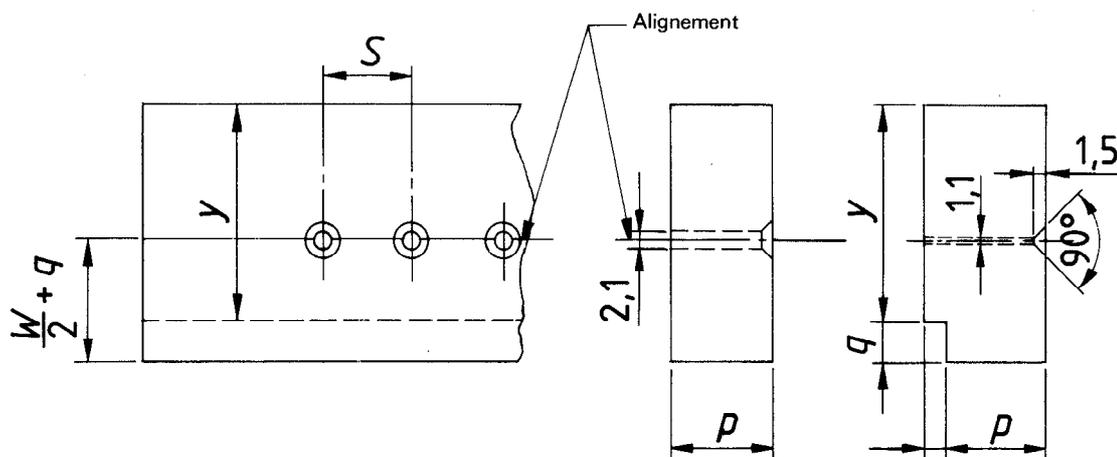
Le procès-verbal d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) description et identification de l'échantillon, comprenant
  - 1) description et identification du câble métallique,
  - 2) description et identification du mélange de caoutchouc;
- b) référence à la présente Norme internationale;
- c) référence à la méthode utilisée (méthode 1 ou méthode 2);
- d) conditions d'essai, comprenant
  - 1) temps, température et date de la vulcanisation,
  - 2) température et humidité utilisées pour le conditionnement et l'essai;
- e) résultats et mode d'expression utilisé, comprenant
  - 1) nombre de câbles essayés,
  - 2) résultats individuels,
  - 3) valeur moyenne et écart-type,
  - 4) si l'on a ou non utilisé un solvant pour rafraîchir la surface de caoutchouc;
- f) toutes opérations non prévues dans la présente Norme internationale, ou facultatives;
- g) date de l'essai.





Dimensions en millimètres

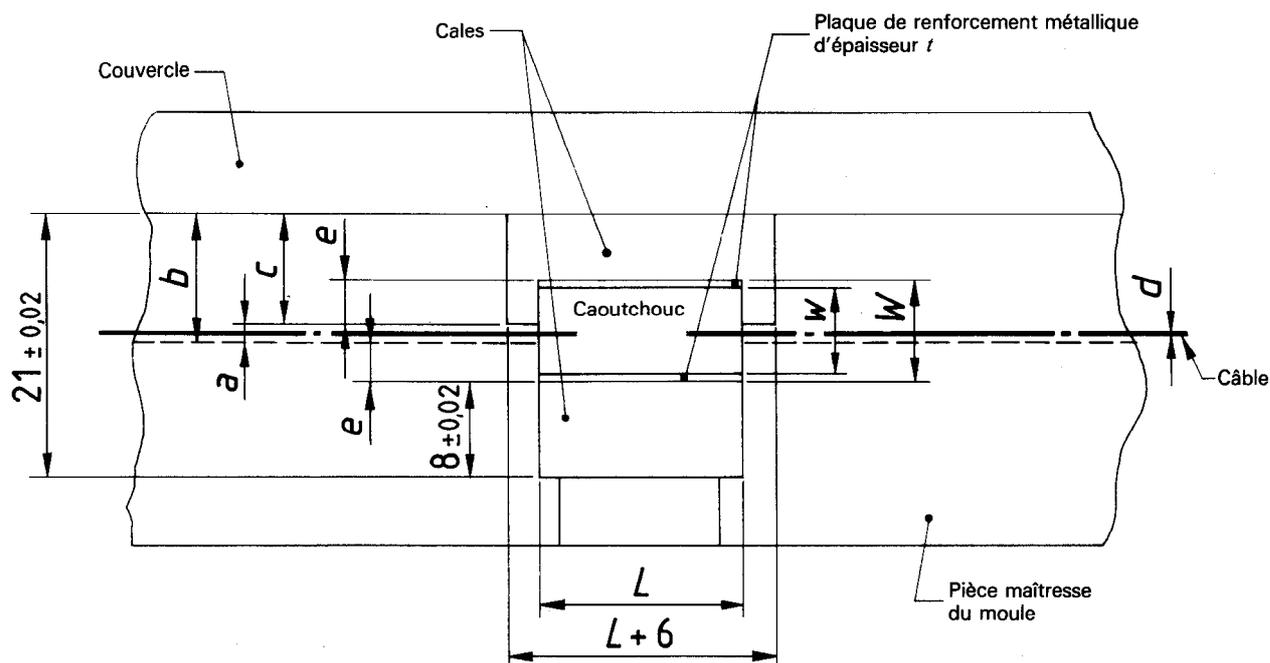


Cales pour le moule de la figure 1

Diamètre du câble <i>d</i>	Cotes de la cale choisie			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>e</i>
0,5 à 0,7	0,7 ± 0,02	9,85 ± 0,2	9,15 ± 0,02	3,15 ± 0,02
0,7 à 1,0	1,0 ± 0,02	10,0 ± 0,2	9,0 ± 0,02	3,0 ± 0,02
1,0 à 1,4	1,4 ± 0,02	10,2 ± 0,2	8,8 ± 0,02	2,8 ± 0,02
1,4 à 1,7	1,8 ± 0,02	10,4 ± 0,2	8,6 ± 0,02	2,6 ± 0,02

- $a = b - c$  = Largeur de l'encoche
- $b$  = Profondeur
- $2e + a = W + 2t = W$
- $e = 21 - (b + 8) = 13 - b$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6b646d65-3581-46a2-9bb2-0dc82b3331f8/iso-5603-1986>



Cales interchangeables pour le moule de la figure 2

Figure 3 – Détails des cales utilisées dans les deux types de moules pour la méthode 1