

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**9664**

Première édition  
1993-05-15

---

---

**Adhésifs — Méthodes d'essai de tenue à la  
fatigue d'adhésifs structuraux en  
traction-cisaillement**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

*Adhesives — Test methods for fatigue properties of structural adhesives  
in tensile shear*

[ISO 9664:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cf4c0a26-7a8a-4476-ae85-b06243e013fc/iso-9664-1993)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cf4c0a26-7a8a-4476-ae85-  
b06243e013fc/iso-9664-1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cf4c0a26-7a8a-4476-ae85-b06243e013fc/iso-9664-1993)



Numéro de référence  
ISO 9664:1993(F)

## 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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9664 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 11, *Produits*.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale.

iTeh STANDARD PREVIEW

(standard technical)

ISO 9664:1993

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/cf4c0a26-7a8a-4476-ac85-b06243e013fc/iso-9664-1993>

© ISO 1993

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

# Adhésifs — Méthodes d'essai de tenue à la fatigue d'adhésifs structuraux en traction-cisaillement

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour l'estimation de la résistance à la fatigue d'adhésifs soumis à des sollicitations en traction-cisaillement, en utilisant des éprouvettes normalisées dans des conditions spécifiées, en vue de la caractérisation des adhésifs structuraux sur un support métallique donné.

Les propriétés de fatigue dépendent de la géométrie des éprouvettes. Les résultats ne correspondent pas à des propriétés intrinsèques de l'adhésif et ne peuvent être utilisés pour le calcul et le dimensionnement.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 291:1977, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*.

ISO 4587:1979, *Adhésifs — Détermination de la résistance au cisaillement d'assemblages réalisés avec des adhésifs structuraux, collés à recouvrement simple*.

ISO 4588:1989, *Adhésifs — Préparation des surfaces métalliques pour le collage par adhésif*.

## 3 Définitions et symboles

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions et les symboles suivants s'appliquent.

**3.1 contrainte de cisaillement ( $\tau$ ):** Contrainte de cisaillement déterminée en divisant la force par la surface collée.

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

**3.2 résistance en cisaillement statique ( $\tau_R$ ):** Contrainte moyenne à la rupture en cisaillement statique conformément à l'ISO 4587.

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

**3.3 cycle de contrainte:** La plus petite partie de la fonction contrainte/temps qui se répète périodiquement.

Sa forme est sinusoïdale (voir figure 1) en cisaillement ondulé.

La contrainte cyclique peut être considérée comme la superposition d'une contrainte alternée et d'une contrainte statique qui est la contrainte moyenne.

**3.3.1 contrainte maximale ( $\tau_{\max}$ ):** La plus grande valeur algébrique prise périodiquement par la contrainte.

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

**3.3.2 contrainte minimale ( $\tau_{\min}$ ):** La plus petite valeur algébrique prise périodiquement par la contrainte.

Cette contrainte doit toujours être positive et est exprimée en mégapascals (MPa).

**3.3.3 contrainte moyenne ( $\tau_m$ ):** Moyenne algébrique des contraintes maximale et minimale:

$$\tau_m = \frac{\tau_{\max} + \tau_{\min}}{2}$$

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

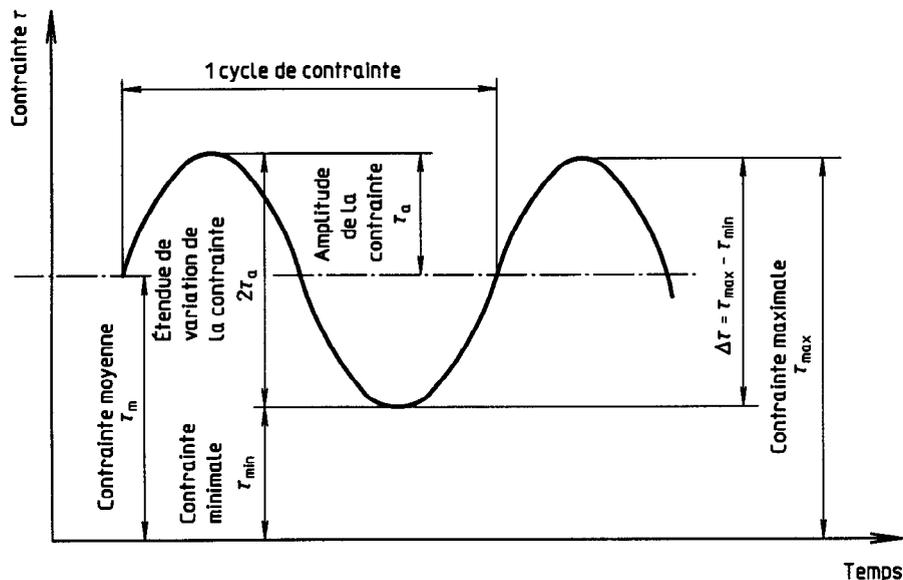


Figure 1 — Cycle de contrainte de fatigue

**3.3.4 amplitude de contrainte ( $\tau_a$ ):** Contrainte alternée égale à la moitié de la différence algébrique entre la contrainte maximale et la contrainte minimale.

$$\tau_a = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2}$$

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

**3.3.5 rapport de contrainte ( $R_r$ ):** Rapport algébrique de la contrainte minimale à la contrainte maximale dans un cycle:

$$R_r = \frac{\tau_{\min}}{\tau_{\max}}$$

**3.4 limite de fatigue ( $\tau_D$ ):** Valeur limite vers laquelle tend l'amplitude de contrainte  $\tau_a$ , lorsque le nombre de cycles devient très grand, pour une contrainte moyenne  $\tau_m$  ou un rapport de contrainte  $R_r$  donné.

Pour des assemblages collés, cette amplitude peut continuer à décroître même pour un nombre très élevé de cycles, sans atteindre une valeur limite. Dans ces cas-là, il convient de déterminer une limite d'endurance.

**3.5 limite d'endurance [ $\tau_D(N_F)$ ]:** Contrainte de cisaillement pour un nombre prescrit de cycles de censure  $N_F$ .

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

Selon que l'on effectue des essais à  $\tau_m$  constant ou  $R_r$  constant, présenter les résultats sous la forme

$$\tau_D(N_F, \tau_m) \text{ en mégapascals (MPa)}$$

**3.6 durée de vie ( $N$ ):** Nombre de cycles de sollicitations appliqués à une éprouvette jusqu'à ce qu'elle ait atteint le critère de fin d'essai. Dans le cas où elle n'est pas rompue, la durée de vie n'est pas définie mais seulement supérieure à la durée de l'essai.

**3.7 taux de cycle ( $n/N$ ):** Rapport du nombre de cycles appliqués ( $n$ ) à la durée de vie ( $N$ ). Ce taux est utilisé dans les essais avec paliers de charge, en relation avec une courbe SN (courbe de Woehler).

**3.8 courbe SN:** La courbe SN permet de visualiser la tenue du matériau; elle a pour objet de représenter la relation observée expérimentalement entre la durée de vie  $N$ , reportée conventionnellement en abscisses (échelle logarithmique) et la contrainte  $\tau_a$  ou  $\tau_{\max}$  reportée ordonnées en échelle linéaire [courbe type figure 2 a)] ou en échelle logarithmique [courbe type figure 2 b)]. Cette courbe est établie en maintenant constant soit  $\tau_m$  soit  $R_r$ . On définit la courbe SN par la relation entre l'amplitude de contrainte et la durée de vie. Le long de cette courbe [figure 2 a)] on peut distinguer

- la zone d'endurance où, pour une même contrainte, on peut constater aussi bien des ruptures que des non-ruptures pour un nombre de cycles de censure  $N_F$  fixé conventionnellement;
- la zone de fatigue où, pour une même contrainte, toutes les éprouvettes sont rompues au bout d'un

nombre de cycles inférieur au nombre de cycles de censure  $N_F$  conventionnel cité ci-dessus.

#### 4 Principe

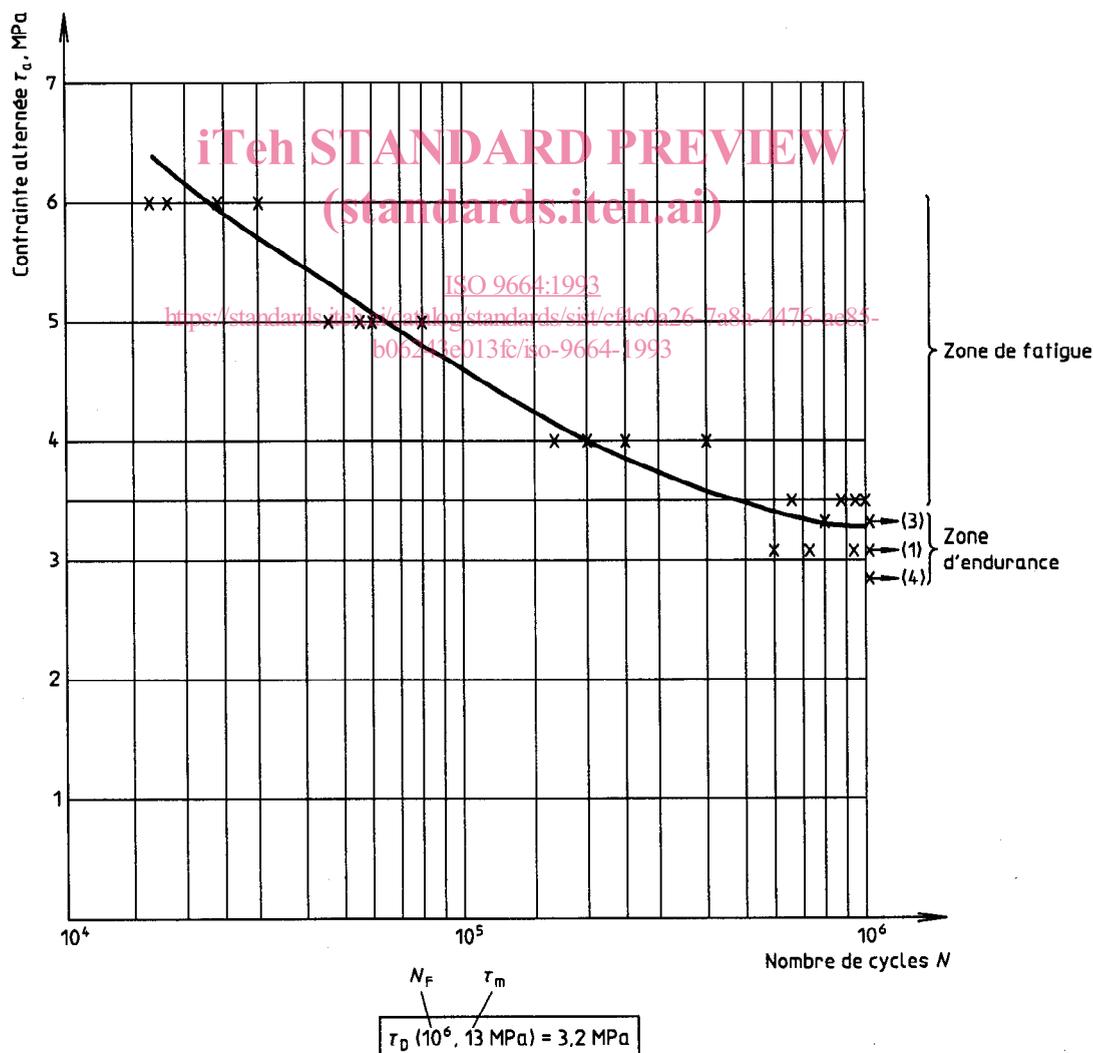
Les éprouvettes sont sollicitées de manière cyclique ce qui peut être considéré comme une superposition d'une contrainte alternée et d'une contrainte statique qui est la contrainte moyenne. Le nombre de cycles à la rupture des éprouvettes est déterminé pour un  $\tau_m$  et un  $\tau_a$  donnés. Ces valeurs sont utilisées pour établir les courbes SN qui permettent ensuite l'estimation de cette zone de confiance concernant la résistance d'une éprouvette collée soumise à la fatigue.

#### 5 Appareillage

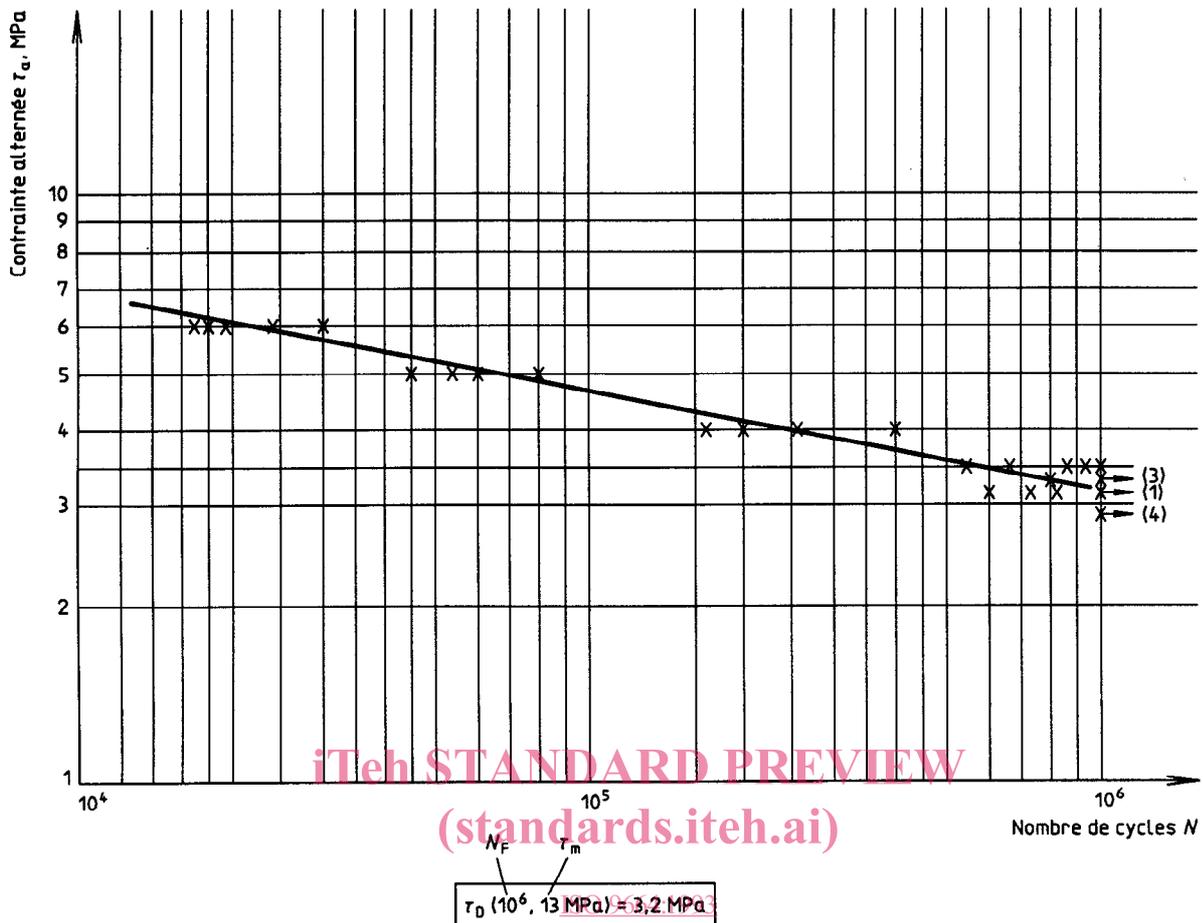
**5.1 Gabarit**, pour le positionnement précis des supports lors du collage.

**5.2 Machine d'essai de fatigue**, permettant d'obtenir le cycle sinusoïdal de contrainte de fatigue de telle sorte que l'effort maximal corresponde à la plage 10 % à 80 % de l'étendue de l'échelle. La fréquence de l'essai et le type d'équipement peut avoir une influence sur le résultat. Sauf contre-indication, utiliser la fréquence de 30 Hz. La fréquence maximale est de 60 Hz car un échauffement excessif dans le joint peut se produire à des fréquences supérieures à 60 Hz. La machine d'essai doit être munie d'un dispositif autocentreur de fixation de l'éprouvette. L'ensemble de ce dispositif doit être conçu de telle manière que ses divers éléments se déplacent en parfait alignement avec l'éprouvette dès que celle-ci est soumise à un effort. Ainsi le grand axe de l'éprouvette coïncide avec le sens d'application de la force et l'axe de symétrie du dispositif de fixation.

On peut utiliser des fixations traversant les supports, dans ce cas renforcer l'éprouvette comme l'indique la figure 3 b), en utilisant des talons.



2 a) Éprouvettes acier, normalisées, essai à 30 Hz, à l'ambiante, coordonnées semi-logarithmiques



2 b) Éprouvettes acier, normalisées, essai à 30 Hz, à l'ambiante, coordonnées bilogarithmiques

Figure 2 — Courbe SN type d'un adhésif époxydique monocomposant

## 6 Éprouvettes

### 6.1 Matériaux pour les éprouvettes

Les éprouvettes doivent être conformes en ce qui concerne leurs formes, dimensions et alignement, aux indications données par les figure 3 a) et figure 3 b) pour l'acier, et figure 3 c) pour l'aluminium.

NOTE 1 Les matériaux recommandés sont l'aluminium 2024 A 5 T 3 et l'acier XC 18 ou E 24, qualité 1 ou 2. D'autres alliages peuvent être utilisées en fonction de l'utilisation finale de l'adhésif.

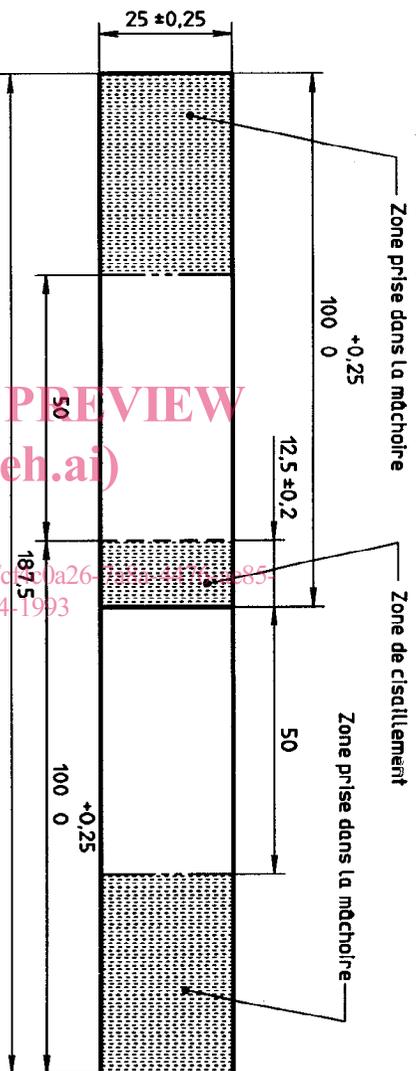
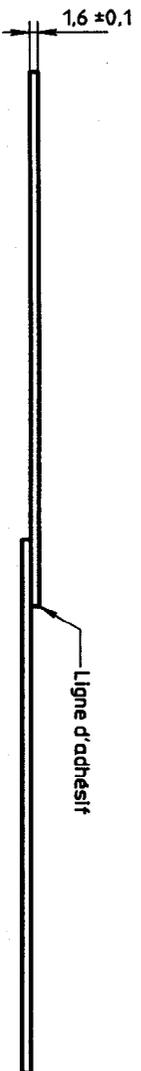
### 6.2 Préparation

Préparer les éprouvettes collées soit individuellement, soit à partir de panneaux rainurés ou non (voir

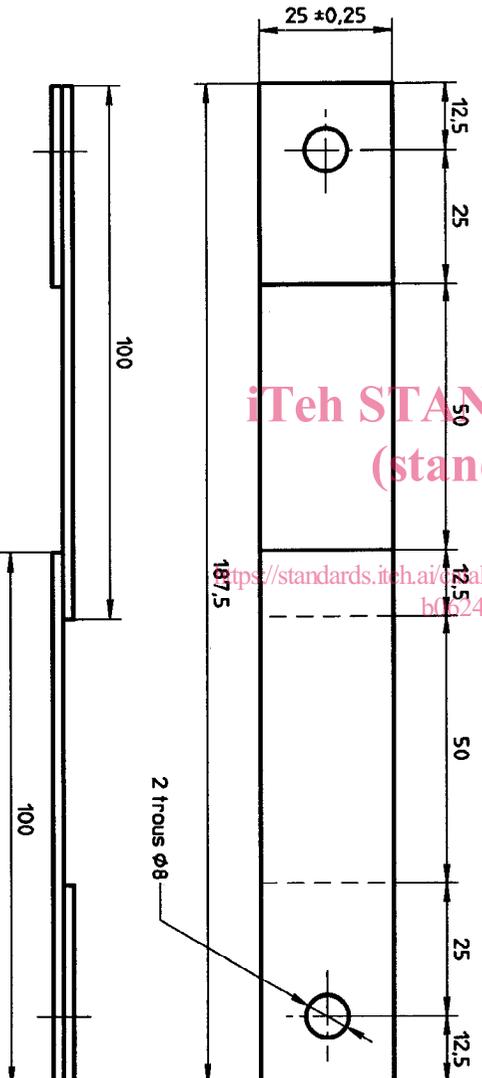
figure 4). Lors du choix du mode de réalisation, il doit être également tenu compte de la possibilité de détérioration par voie mécanique des éprouvettes collées. Une attention toute particulière doit être apportée lors de la préparation d'éprouvettes individuelles, afin de respecter un alignement convenable et une bonne homogénéité du joint, particulièrement au niveau de son épaisseur.

Les préparations de surface doivent être effectuées conformément à l'ISO 4588, sauf autre prescription. L'adhésif doit être mis en œuvre conformément à sa fiche technique. Dans tous les cas, l'utilisation d'un gabarit permettant d'assurer un recouvrement correct, un alignement précis des supports et une épaisseur régulière du joint de colle sur chaque éprouvette et pour l'ensemble des éprouvettes est nécessaire.

Dimensions en millimètres

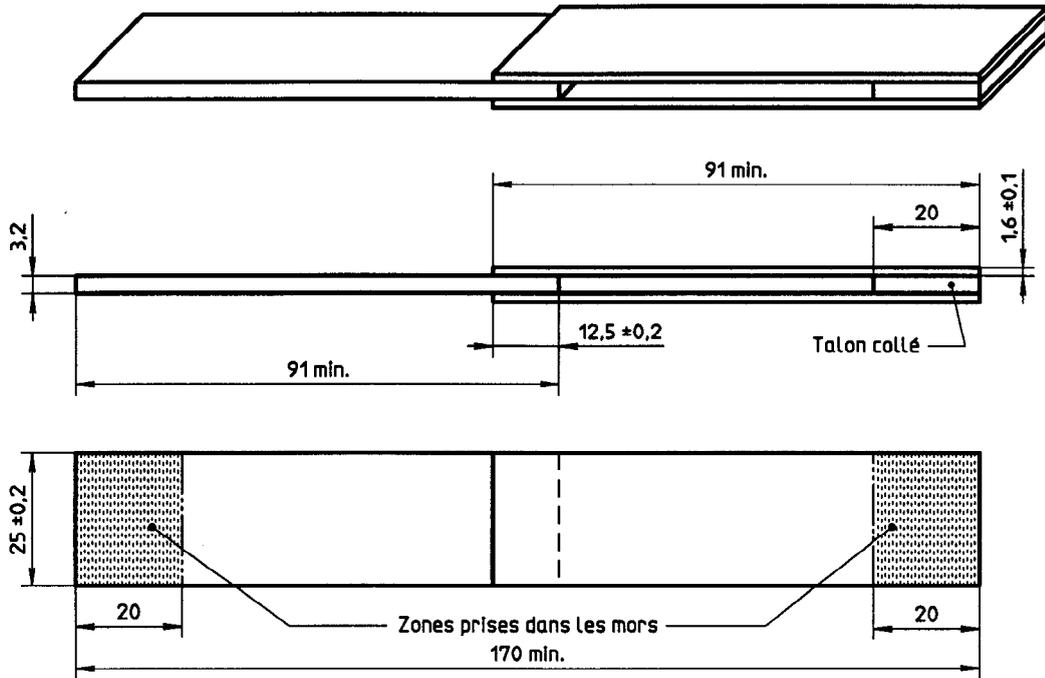


3 a) Supports en acier — Serrage par mors



3 b) Supports en acier — Fixation traversant les supports

Dimensions en millimètres



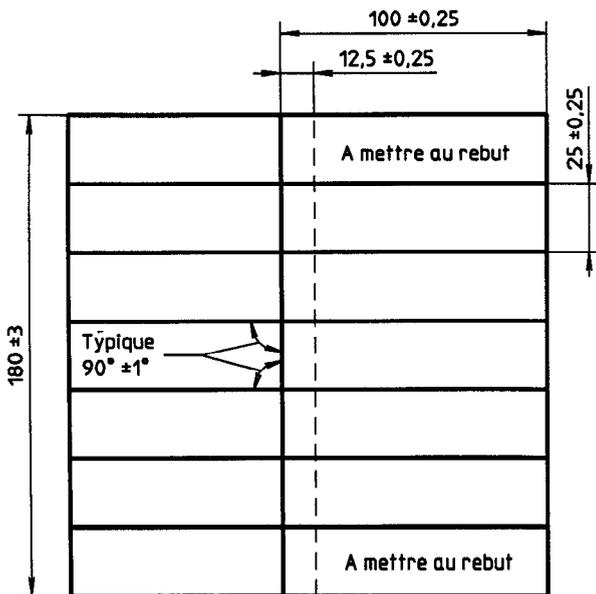
3 c) Supports en aluminium — Recouvrement double

Figure 3 — Forme et dimensions des éprouvettes

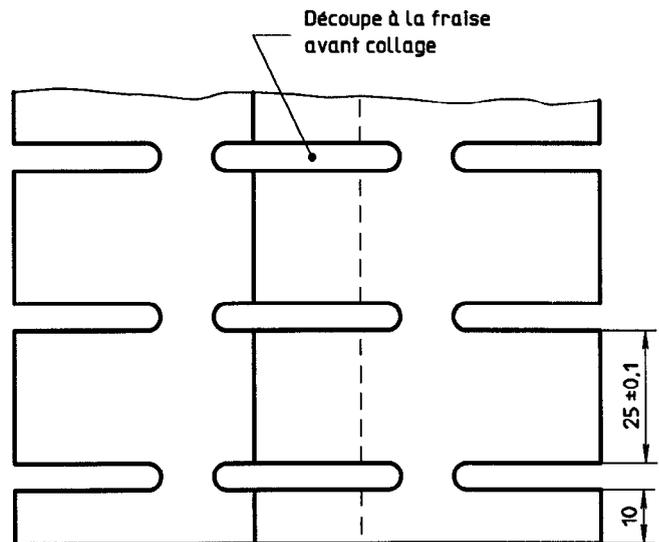
ISO 9664:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cf4c0a26-7a8a-4476-ae85-b06243e013fc/iso-9664-1993>

Dimensions en millimètres



4 a) Panneau d'essai type pour l'acier



4 b) Panneau d'essai type pour recouvrement double pour l'aluminium

Figure 4 — Panneaux d'essai

### 6.3 Nombre d'éprouvettes

Le nombre d'éprouvettes dépend de la précision exigée et des résultats recherchés. Le nombre minimal d'éprouvettes est défini comme suit:

- au moins quatre éprouvettes à trois valeurs différentes de  $\tau_a$  prises de telle sorte que les ruptures se produisent entre  $10^4$  et  $10^6$  cycles, c'est-à-dire au moins 12 éprouvettes pour la détermination statistique de la limite d'endurance à  $10^6$  cycles;
- au moins six éprouvettes pour la détermination de la résistance en cisaillement statique  $\tau_R$ .

### 6.4 Conditionnement

Les éprouvettes doivent être stockées et soumises à l'essai dans l'une des atmosphères normales définies dans l'ISO 291 [ $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et  $(50 \pm 5)\%$  d'humidité relative].

## 7 Mode opératoire

### 7.1 Conditions générales

Les adhésifs, de par leur nature, peuvent être sujets au fluage, même à température ambiante, sous l'influence d'une contrainte moyenne  $\tau_m$  non nulle. Assurer avant l'essai de fatigue que les contraintes moyennes utilisées ne provoqueront pas la défaillance durant le temps d'essai, de façon à ne pas imputer à la fatigue une rupture due en fait au fluage.

Fixer les éprouvettes dans les mors symétriquement, à la distance repérée sur la figure 3, suivant le type de l'éprouvette essayée.

Porter l'éprouvette à sa contrainte moyenne  $\tau_m$  puis à la fréquence d'essai pour réaliser l'amplitude  $\tau_a$ .

### 7.2 Construction de la courbe SN, pour une valeur de contrainte moyenne $\tau_m$ donnée

Les éprouvettes doivent être soumises à l'essai en fatigue après validation de la résistance en cisaillement statique  $\tau_R$  déterminée sur un lot d'au moins six éprouvettes de même configuration.

**7.2.1** Choisir la valeur de  $\tau_m$  dans la gamme entre  $0,25\tau_R$  et  $0,5\tau_R$ , où  $\tau_R$  est la résistance en cisaillement statique de l'adhésif.

NOTE 2 La valeur de  $\tau_m$  généralement utilisée est  $0,35\tau_R$ .

**7.2.2** Essayer au minimum quatre éprouvettes pour chacune des amplitudes  $\tau_a$  prises, de sorte que les ruptures se produisent entre  $10^4$  et  $10^6$  cycles. Un minimum de trois niveaux d'amplitude sont nécessaires dans cette plage. La détermination de la limite

d'endurance est effectuée pour un nombre de cycles de censure  $N_F$  de  $10^6$  cycles.

Dans la partie de la courbe où la durée de vie devient très grande, la dispersion a pour effet de donner, pour un même niveau de contrainte, des ruptures ou des non-ruptures. On doit alors reporter les résultats sur les courbes avec un symbole particulier, par exemple:

X pour les éprouvettes rompues, et

X → pour les éprouvettes non rompues (le nombre d'éprouvettes non rompues est mentionné entre parenthèses sur le diagramme).

Dans cette région, la détermination correcte d'un point de la courbe SN exige l'emploi d'une méthode statistique.

Dans le cas où les éprouvettes sont essayées individuellement, utiliser la méthode de l'escalier pour déterminer la limite d'endurance  $\tau_D(N_F, \tau_m)$  (voir annexe A).

Si l'on utilise une machine de fatigue équipée d'un montage permettant l'essai simultané d'un groupe d'éprouvettes, exploiter les résultats selon la méthode de reclassement des données (voir annexe B).

**7.2.3** Tracer la courbe SN. Elle est constituée par la courbe passant par les points médians et la limite d'endurance  $\tau_D(N_F, \tau_m)$  en coordonnées soit  $(\tau_a, \lg N)$  soit  $(\lg \tau_a, \lg N)$  qui permet l'obtention d'une droite.

NOTE 3 Une construction similaire peut être utilisée pour obtenir une courbe SN pour une valeur constante de  $R_t$  (en général 0,1) au lieu d'une valeur constante de  $\tau_m$ .

## 8 Fidélité

La fidélité de cette méthode d'essai n'est pas connue car des données interlaboratoires ne sont pas disponibles. Dès que des données interlaboratoires auront été obtenues, une déclaration de fidélité sera ajoutée lors d'une prochaine révision.

## 9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) la référence à la présente Norme internationale;
- b) tous les renseignements nécessaires à l'identification de l'adhésif essayé;
- c) l'identification des supports;
- d) la préparation de surface;
- e) la description de procédé de collage et du durcissement de l'adhésif;