NORME INTERNATIONALE

ISO 3800

Première édition
1993-12-15

Éléments de fixation filetés — Essais de fatigue sous charge axiale — Méthodes d'essai et évaluation des résultats

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Threaded fasteners — Axial load fatigue testing — Test methods and evaluation of results

ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed4a7288-0848-4955-89c1-879d0e5690c6/iso-3800-1993

Numéro de référence
ISO 3800:1993(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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 3800 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 2, *Éléments de fixation*, sous-comité SC 1, *Propriétés mécaniques des éléments de fixation*.

ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed4a7288-0848-4955-89c1-879d0e8b90c6/iso-3800-1993

Cette première édition de l'ISO 3800 annule et remplace l'ISO 3800-1:1977, dont elle constitue une révision technique.

© ISO 1993
Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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

Éléments de fixation filetés — Essais de fatigue sous charge axiale — Méthodes d'essai et évaluation des résultats

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les conditions de réalisation des essais de fatigue sous charge axiale des éléments de fixation filetés. Elle donne également des recommandations quant à l'évaluation des résultats.

En l'absence d'accord particulier, les essais sont du type à traction alternée et sont réalisés à température ambiante, la charge étant appliquée le long de l'axe longitudinal de l'élément de fixation. Il n'est tenu aucun compte de l'effet d'élasticité des parties à assembler lors de la déformation de l'élément fileté.

Ces méthodes permettent de déterminer la résistance à la fatigue des éléments de fixation filetés.

Les résultats d'essai peuvent être affectés par les conditions dans lesquelles ils sont obtenus, d'où la spécification d'exigences minimales pour en réduire les effets. Des méthodes de contrôle de l'étalonnage et de l'alignement du montage d'essai sont en outre prévues.

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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ce4a7288-0848-4969-89c1-a7b0d0e90c6/iso-3800-1993

ISO 273:1979, *Éléments de fixation — Trous de passage pour vis.*

ISO 554:1976, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai — Spécifications.*

ISO 885:1976, *Boulons et vis d'application générale — Série métrique — Rayon d'arrondi sous tête.*

ISO 4032:1986, *Écrous hexagonaux, style 1 — Grades A et B.*

ISO 4033:1979, *Écrous hexagonaux, style 2 — Grades A et B.*

ISO 8673:1988, *Écrous hexagonaux, style 1, à filetage métrique à pas fin — Grades A et B.*

ISO 8674:1988, *Écrous hexagonaux, style 2, à filetage métrique à pas fin — Grades A et B.*

3 Symboles et leurs significations

Voir tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et leurs significations

Symbole	Signification
A_{d3}	Aire de la section au diamètre intérieur nominal, $A_{d3} = \pi d_3^2/4$
A_s	Section résistance $A_s = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_2 + d_3}{2}\right)^2$ Section servant à calculer la contrainte moyenne et l'amplitude de contrainte. Par accord entre le client et le fournisseur, on peut utiliser A_{d3}
d	Diamètre nominal du filetage de l'élément de contrôle de la charge
d_1	Diamètre intérieur de base du filetage
d_2	Diamètre sur flancs de base du filetage
d_3	Diamètre intérieur nominal du filetage $d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$
d_a	Diamètre au point de tangence de la face d'appui
d_h	Diamètre du trou de passage
d_s	Diamètre de tige de l'élément de contrôle de la charge
D	Diamètre nominal du filetage de l'adaptateur d'essai fileté
F	Charge de traction
$F_{0,2}$	Charge de traction correspondant à la limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$
F_a	Amplitude de la charge
ΔF_{aII}	Écart d'amplitude de charge sur la plage de transition
F_A	Amplitude de la charge correspondant à la limite de fatigue
F_m	Charge moyenne
H	Hauteur du triangle fondamental du filetage
N	Nombre de cycles de contrainte
N_G	Nombre de cycles de contrainte lorsque l'essai est arrêté avant la rupture
p	Probabilité de rupture
p_f	Probabilité de défaillance sur la plage d'endurance limitée
p_t	Probabilité de défaillance sur la plage de transition
P	Pas du filetage
$R_{m,min}$	Résistance minimale à la traction
R_s	Rapport de contrainte constant $\sigma_{min}/\sigma_{max}$
s	Cote surplats
$S(F_A)$	Écart-type de la charge de fatigue
$S(\sigma_A)$	Écart-type de la résistance à la fatigue
$S(\log N)$	Écart-type du logarithme de l'endurance
α, β	Coefficients de la courbe de régression de la partie inclinée de la courbe S/N
σ_a	Amplitude de contrainte
σ_A	Amplitude de contrainte correspondant à la limite de fatigue
σ_{ax}	Contrainte de traction axiale
σ_b	Contrainte de flexion
σ_m	Contrainte moyenne
σ_{min}	Contrainte minimale
σ_{max}	Contrainte maximale
σ_{Min}	Contrainte minimale correspondant à la limite de fatigue
σ_{Max}	Contrainte maximale correspondant à la limite de fatigue
σ_{AN}	Résistance à la fatigue à N cycles
σ_{AA}	Valeur estimée de la résistance de vie finie à $N = 5 \times 10^4$
σ_{AB}	Valeur estimée de la résistance de vie finie à $N = 1 \times 10^6$
$\sigma_{a,i}$	Amplitude de contrainte au i ième essai sur la plage d'endurance limitée
$\sigma_{a,j}$	Amplitude de contrainte au j ième essai par la méthode de l'escalier.
$\Delta\sigma_{aI}$	Intervalle d'amplitude de contrainte de l'essai sur la plage d'endurance limitée (partie inclinée de la courbe S/N)
$\Delta\sigma_{aII}$	Différence de niveaux d'amplitude de contrainte sur la plage de transition.

NOTES

1 Le symbole ^ est significatif des valeurs estimées. Ainsi, $\hat{\sigma}_{AN}$ est-elle la valeur estimée de la résistance à la fatigue à N cycles.

2 Le symbole — est utilisé dans le cas des valeurs de σ_a ou $\log N$ qui découlent de la courbe de régression; par exemple $\overline{\sigma_a}$ ou $\overline{\log N}$.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed4a7288-0848-4955-89c1-879d0e3690c6/iso-3800-1993

4 Principe

Les essais sont réalisés sur des éléments de fixation filetés en vue d'en déterminer les caractéristiques à la fatigue présentées sous forme de courbe de Wöhler (courbe S/N).

Les éléments de fixation filetés à essayer sont montés dans une machine d'essai de fatigue sous charge axiale et soumis à des charges du type traction alternée.

Les essais peuvent être effectués sous contrainte moyenne constante σ_m ou avec un rapport de contrainte constant $R_s = \sigma_{min}/\sigma_{max}$. La contrainte moyenne constante sert en général à déterminer les caractéristiques d'endurance [voir cas (c) de la figure 10].

Le rapport de contrainte constant sert généralement pour les essais de contrôle de qualité [voir cas (a) de la figure 10].

L'essai est poursuivi jusqu'à défaillance de la pièce ou durant un nombre maximal prédéterminé de cycles. Généralement, le nombre de cycles d'essai est déterminé par le matériau ou par la résistance à la fatigue à la limite d'endurance de la pièce. La défaillance, sauf spécification contraire, se définit comme le moment où l'élément fileté se rompt complètement en deux parties.

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai

La machine d'essai doit être capable de maintenir automatiquement les charges à ± 2 % des charges exigées et doit être munie d'un dispositif de comptage et d'enregistrement du nombre total de cycles par essai. La machine d'essai doit être étalonnée périodiquement pour garantir cette précision. La gamme de fréquence d'essai doit être comprise entre 4,2 Hz et 250 Hz. La machine d'essai doit induire une charge sinusoïdale dans la pièce d'essai.

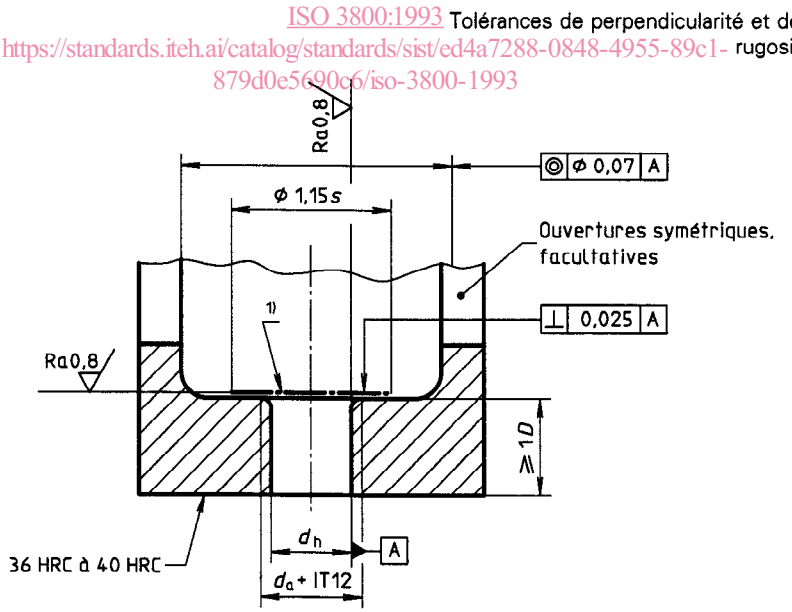
La machine d'essai doit comporter un système empêchant sa remise en marche automatique après un arrêt dû à une coupure de l'alimentation électrique.

5.2 Dispositif de fixation d'essai

Le dispositif de fixation d'essai doit être capable de transmettre une charge axiale à la pièce d'essai. Les figures 1 et 2 donnent les exigences de base. Les mécanismes auto-alignants ne sont pas recommandés, voir 5.3.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3800:1993 https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed4a7288-0848-4955-89c1-879d0e5690c6/iso-3800-1993

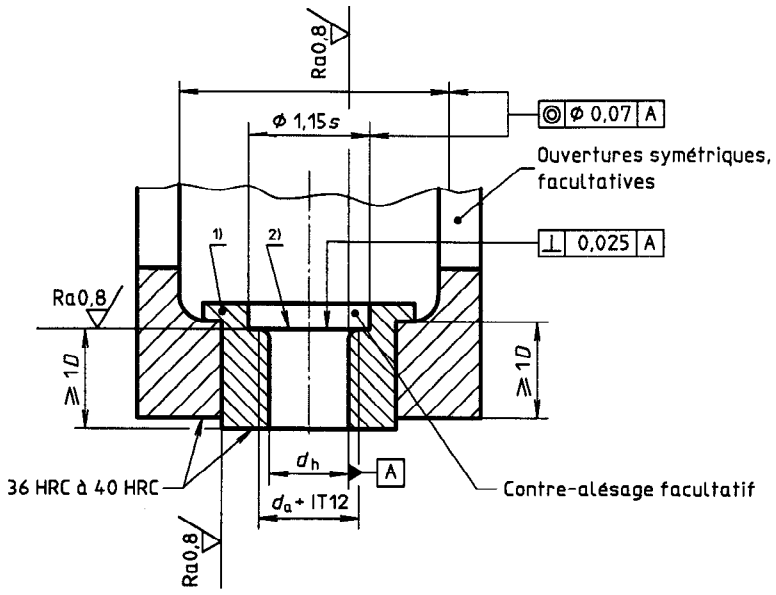


d_h conforme à l'ISO 273, série fine.
d_a conforme à l'ISO 885, produits finis.

1) La surface peut être cémentée sur une profondeur de 0,25 mm à 0,5 mm: dureté maximale 60 HRC; dureté minimale supérieure de 5 unités HRC à celle de la pièce d'essai.

Figure 1 — Dispositif de fixation sans intermédiaire

Tolérances de perpendicularité et de concentricité en millimètres,
rugosité de surface en micromètres



d_h conforme à l'ISO 273, série fine.
d_a conforme à l'ISO 885, produits finis.

1) L'utilisation d'un intermédiaire ne doit pas affecter la rigidité du montage d'essai.
2) La surface peut être cémentée sur une profondeur de 0,25 mm à 0,5 mm: dureté maximale 60 HRC; dureté minimale supérieure de 5 unités HRC à celle de la pièce d'essai.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Figure 2 — Dispositif de fixation avec intermédiaire

ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ca7a7ccb-b47d-4b3b-89c1-879d0e5690c6/iso-3800-1993

5.3 Alignement lors de l'essai.

L'alignement du montage d'essai doit être vérifié périodiquement. Pour ce faire, on utilise un élément de contrôle de charge (voir figure 3) comportant quatre jauges de contraintes situées à 90° sur une ligne de centre commun autour de l'axe. La longueur de la partie cylindrique de l'élément de contrôle de charge doit être le quadruple de son diamètre. Mesuré à 50 % de la gamme des charges utilisées sur la machine, la différence entre la contrainte maximale $\sigma_{ax} + \sigma_b$ et la contrainte nominale de traction σ_{ax} ne doit pas dépasser 6 % de cette dernière (voir figure 4).

Il n'est pas recommandé d'utiliser des dispositifs à auto-alignement. Si tel est néanmoins le cas, il faut alors vérifier l'alignement avec soin car tout excentrement de la charge aura des effets importants sur les résultats de l'essai de fatigue.

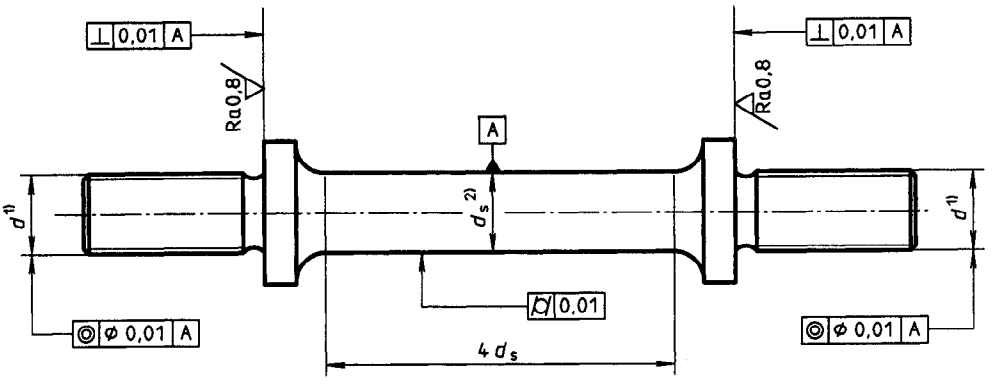
5.4 Élément à filetage intérieur

Pour essayer à la fatigue des produits normalisés, on doit utiliser un écrou de diamètre et de classe de qualité conformes à l'ISO 4032, à l'ISO 4033, à l'ISO 8673 ou à l'ISO 8674 ou bien un adaptateur fileté.

Si l'ensemble vis-écrou à contrôler a des caractéristiques spéciales, une description précise de l'écrou doit être donnée comme prescrit en 8.2.

Si des adaptateurs filetés conformes à la figure 5 sont employés, ceux-ci doivent être décrits conformément à 8.2.

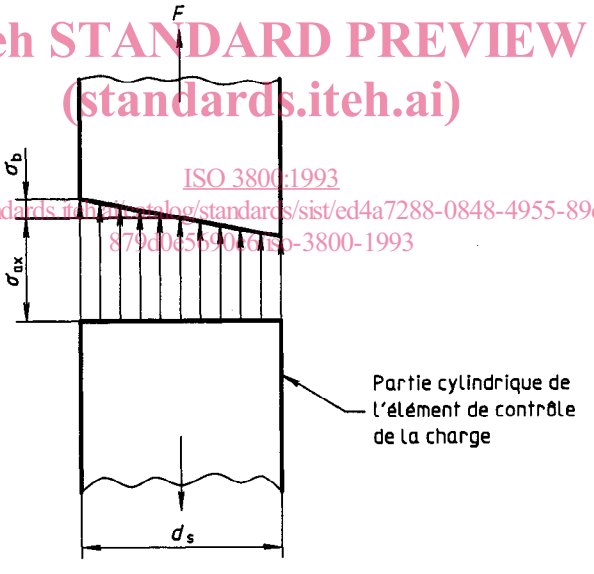
Tolérances de cylindricité, de perpendicularité et de concentricité en millimètres, rugosité de surface en micromètres



1) La classe de tolérance du filetage doit être 4h.
2) $d_s = d$

Figure 3 — Élément de contrôle de la charge

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed4a7288-0848-4955-89c1-879d0e55906a/iso-3800-1993

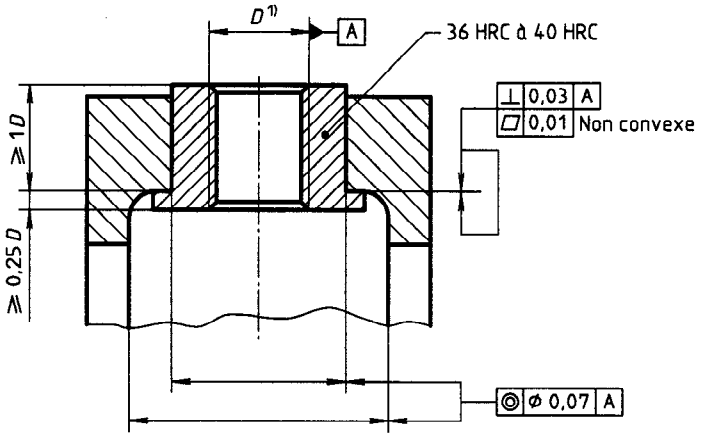


$$\sigma_{ax} = \frac{4F}{\pi d^2}$$

$$\frac{\sigma_b}{\sigma_{ax}} \leqslant 0{,}06$$

Figure 4 — Distribution des contraintes dans la tige de l'élément de contrôle de la charge

Tolérances de planéité, de perpendicularité et de concentricité en millimètres



1) Classe de tolérance du filetage 6H.

Figure 5 — Adaptateur d'essai fileté

5.5 Rondelles d'essai

Une rondelle d'essai chanfreinée peut être placée sous la tête de la vis, ou les dispositifs de fixation d'essai peuvent être chanfreinés, de façon à prévoir un jeu pour le congé de raccordement de la tête à la tige. Le diamètre maximal du chanfrein à 45° doit être égal au diamètre au point de tangence de la face d'appui (d_a) avec une tolérance de + IT12 (voir figure 6). Les faces des rondelles doivent être parallèles à 0,01 mm près. La dureté de la rondelle doit être la même que celle du dispositif de fixation.

Le cas d'utilisation d'une rondelle d'essai doit être consigné dans le rapport d'essai (voir 8.3).

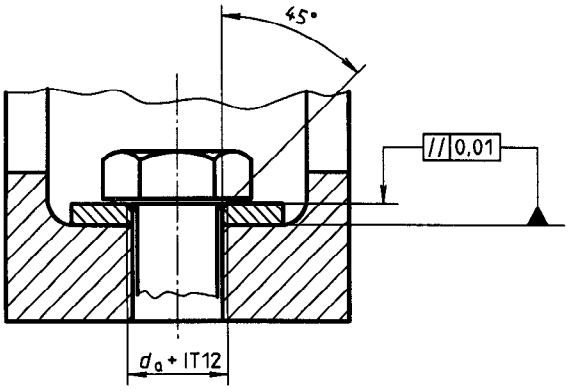


Figure 6 — Rondelle d'essai (montée)

6 Mode opératoire

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d4a7288b-0848-4955-89c1-7f7d4f5690c6/iso-3800-1993

La capacité de la machine d'essai doit être choisie de telle sorte que la charge maximale sur la pièce soit égale ou supérieure à 10 % de sa capacité maximale dans la configuration d'essai choisie. La face d'appui de l'écrou ou de l'adaptateur fileté doit être située à une distance d'au moins quatre pas de la partie lisse de la tige, et le filetage de l'écrou doit être complètement engagé; la vis doit dépasser de l'écrou d'essai d'une longueur au moins égale à $2P$ (voir figure 7). Les écrous d'essai doivent être utilisés une fois seulement.

Les adaptateurs filetés peuvent être utilisés aussi longtemps qu'ils se montent librement sur l'élément fileté extérieurement et qu'aucune détérioration ne s'observe.

L'élément de fixation fileté doit se monter librement dans son dispositif sans brider ni forcer. Aucune charge de torsion ne doit être transmise à l'assemblage par le serrage de l'écrou, c'est-à-dire que la charge ne doit être transmise à l'assemblage que par la machine d'essai.

L'élément de fixation fileté et l'écrou d'essai doivent être minutieusement nettoyés et ensuite enduits d'une huile SAE 20 ou équivalente avant les essais.

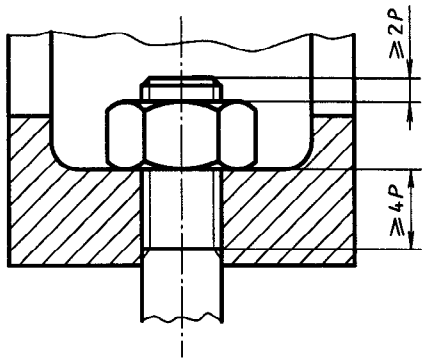


Figure 7 — Position de l'écrou d'essai

La vitesse d'essai doit être choisie de telle sorte que la température de la pièce n'augmente pas de plus de 50 °C pendant la durée de l'essai. Il convient de mesurer la température sur le premier filet engagé.

À intervalles fréquents durant toute la période d'essai, la charge doit être contrôlée de façon à s'assurer que les conditions de charge n'ont pas changé.

Les résultats des essais de fatigue peuvent être affectés par les conditions ambiantes. Les conditions ambiantes, en particulier d'humidité, doivent donc, si possible, être contrôlées conformément à l'ISO 554:1976, 2.1.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b4a7898-8916-4915-8916-879d0e5690c6/iso-3800-1993

7 Évaluation des résultats

Une évolution comparative des valeurs de résistance à la fatigue n'est possible que si l'essai et l'évaluation de ses résultats sont effectués de manière uniforme.

Les valeurs de résistance à la fatigue peuvent être déterminées sur la plage d'endurance limitée (défaillance de toutes les pièces avant d'atteindre un nombre de cycles de contrainte déterminé) et sur la plage de transition où peuvent se produire jusqu'au nombre de cycles de contrainte déterminé (en général 5×10^6 à 10^7 cycles) tant des défaillances que des non-défaillances (voir figure 10).

Selon l'objectif fixé à l'essai, les essais de fatigue seront effectués et évalués selon l'une des deux méthodes suivantes:

a) réalisation d'un nombre minimal de cycles de contrainte à une amplitude de contrainte déterminée, respectivement, sur la plage d'endurance limitée et sur la plage de transition;

b) détermination par des méthodes statistiques d'évaluation de l'emplacement et de l'étendue respectifs de la plage d'endurance limitée et de la plage de transition.

7.1 Essais d'endurance limitée

Ces essais qui permettent de définir les caractéristiques d'endurance limitée des éléments filetés sont normalement utilisés pour le contrôle de la production, l'assurance de la qualité à la livraison et autres. Quand la spécification de produit précise la contrainte et le nombre de cycles de résistance mais ne précise pas les autres conditions, il convient généralement d'essayer un minimum de six éléments.

L'essai doit réalisé soit à l'aide de la méthode avec contrainte moyenne constante (σ_m), soit par la méthode avec rapport de contraintes maximale et minimale constant (R_s) ($R_s = 1/10$ est généralement retenu).

7.1.1 Contrôle de la qualité

L'échantillon pour essai convenu entre l'utilisateur et le fournisseur doit être statistiquement valable. Il doit être augmenté d'au moins 10 % pour parer aux difficultés imprévues.

7.1.2 Détermination de la position et de la pente de la plage d'endurance limitée (essai théorique)

La dispersion du nombre de cycles de contrainte dans la plage d'endurance limitée ne peut être appréciée de façon économique qu'en recourant à des méthodes statistiques de calcul.

Pour évaluer la plage d'endurance limitée, il convient d'effectuer des essais de fatigue à au moins deux niveaux de contrainte à choisir de telle sorte que le nombre de cycles de contrainte soit compris entre 10^4 et 5×10^5.

Le nombre d'essais (étendue de l'échantillonnage) par niveau de contrainte dépend de la méthode statistique choisie et de la fiabilité de prédiction requise pour une probabilité de défaillance p_f, de 10 %, 50 % ou 90 % par exemple. Il est recommandé que le nombre minimal de pièces ne soit pas inférieur à 6.

On peut déterminer la dispersion de la plage d'endurance limitée sur un niveau de contrainte en prenant par exemple pour base la loi normale de Gauss sur un réseau de probabilité Gaussien et l'estimateur

$$p_f = \frac{3i - 1}{3n + 1}$$

où

p_f est la valeur évaluée de la probabilité de défaillance sur la plage d'endurance limitée;

i est l'ordinal de la pièce;

n est le nombre de pièces.

L'exemple qui suit explique comment l'on procède:

$n = 8$ vis sont contrôlées à amplitude de contrainte constante $\sigma_a = 150$ N/mm^2. Le nombre de cycles de contrainte atteint avant défaillance s'établit, dans l'ordre chronologique, de la façon suivante:

$N = (169, 178, 271, 129, 405, 115, 280, 305) \times 10^3$.

Les cycles de contrainte sont d'abord rangés par ordre de taille et on leur affecte un ordinal i. La première pièce (celle qui correspond au nombre de cycles le plus faible) reçoit l'ordinal $i = 1$, la $n^{\text{ième}}$ pièce (celle qui correspond au nombre de cycles le plus élevé) l'ordinal $i = n = 8$.

On obtient ainsi le système ordonné d'évaluation donné dans le tableau 2.

On trace alors sur le réseau de probabilité Gaussien (voir figure 8) le nombre de cycles de contrainte correspondant aux différentes probabilités de défaillance p_f et on remplace les résultats isolés par une courbe de compensation (courbe de régression). On peut alors lire sur cette courbe les limites N_{10}, N_{50} et N_{90}.

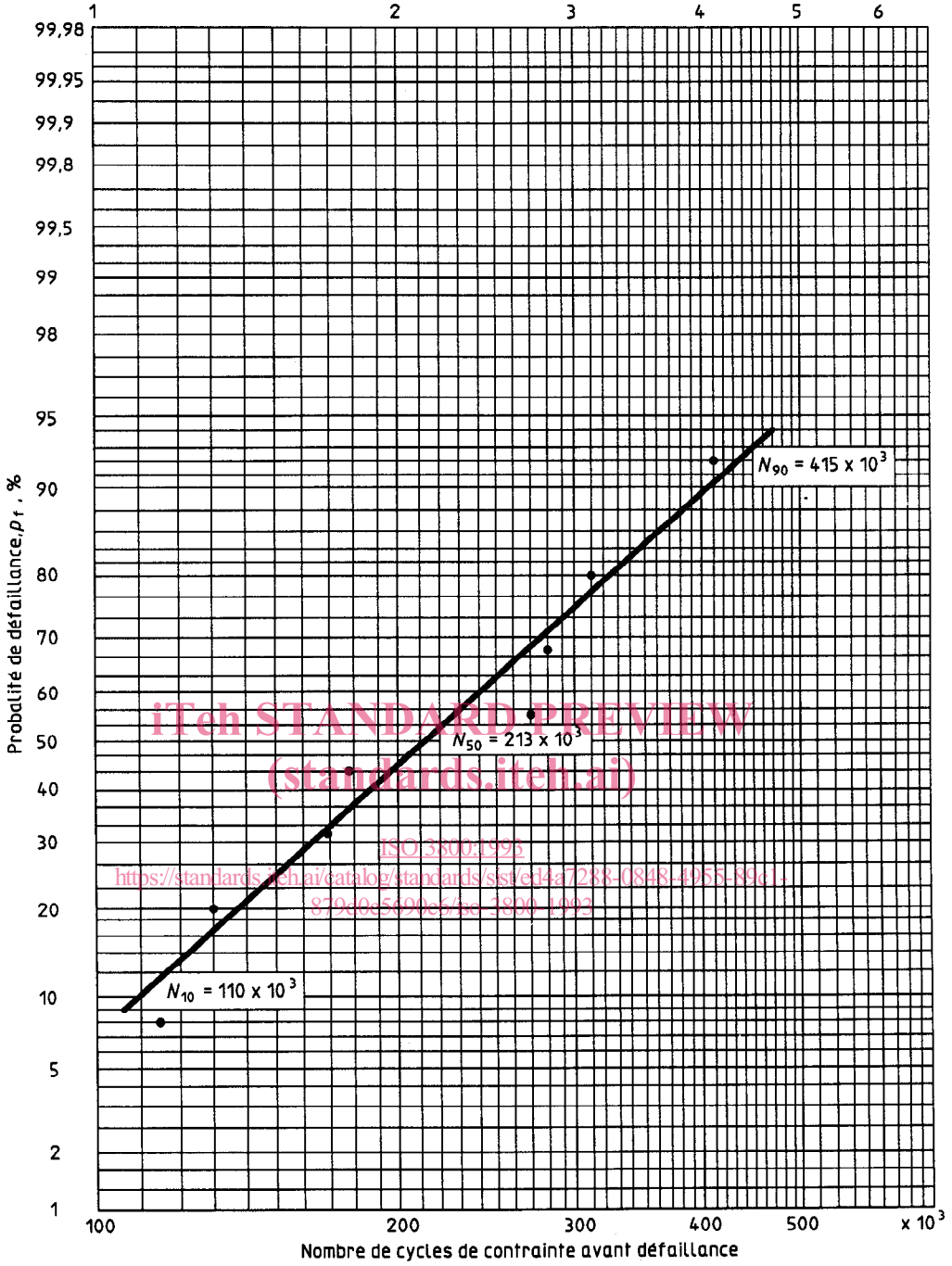
EXEMPLE

$N_{10} = 110 \times 10^3$, $N_{50} = 213 \times 10^3$ et $N_{90} = 415 \times 10^3$, et on s'attend donc à ce que 10 % de toutes les pièces se rompent à environ 110×10^3 cycles de contrainte, 50 % à environ 213×10^3 cycles de contrainte et 90 % à environ 415×10^3 cycles de contrainte.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed4a7288-0848-4955-89c1-879d0e5690c6/iso-3800-1993

Tableau 2 — Système ordonné d'évaluation statistique de huit essais de fatigue à une amplitude de contrainte σ_a = 150 N/mm^2 dans la plage d'endurance limitée

Ordinal i	1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre de cycles de contrainte $N \times 10^3$ (en ordre croissant)	115	129	169	178	271	280	305	405
Probabilité de défaillance, p_f, **%** $p_f = \frac{3i - 1}{3n + 1} \times 100$	8	20	32	44	56	68	80	92



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 3800:1993
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed4a7288-0848-4955-89c1-870d0e5690e6/iso-3800-1993

(N_{10}, N_{50}, N_{90} = nombre de cycles de contrainte correspondant respectivement à 10 %, 50 % ou 90 % de probabilité de défaillance)

Figure 8 — Probabilité de défaillance p_f et nombre de cycles de contrainte sur la plage d'endurance limitée, déterminés à partir de huit essais de fatigue à σ_a = 150 N/mm^2