
**Méthode d'essai de fatigue pour
chaînes de transmission de précision
à rouleaux et chaînes de levage à
mailles jointives**

Fatigue test method for transmission precision roller chains and leaf chains

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15654:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6df5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6df5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15654:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Symboles	1
4 Principe	3
5 Appareillage	4
5.1 Machine d'essai.....	4
5.2 Fixations.....	4
6 Éprouvettes	4
7 Méthode d'essai	5
7.1 Efforts.....	5
7.1.1 Effort minimal.....	5
7.1.2 Effort maximal.....	5
7.1.3 Effort d'essai.....	5
7.1.4 Application de l'effort.....	6
7.2 Essai de conformité.....	6
7.2.1 Objet.....	6
7.2.2 Limite d'endurance.....	6
7.2.3 Effort minimal.....	6
7.2.4 Effort maximal.....	7
7.2.5 Nombre d'essai.....	7
7.2.6 Acceptation.....	7
7.3 Méthode de l'escalier.....	7
7.3.1 Objet	7
7.3.2 Description	7
7.3.3 Limite d'endurance.....	7
7.3.4 Règles de réalisation d'un essai de l'escalier.....	7
7.3.5 Détermination du pas d'échelonnement.....	8
8 Marquage, étiquetage, emballage	8
8.1 Données.....	8
8.2 Enregistrement des données de l'escalier.....	8
8.3 Calculs statistiques.....	9
8.3.1 Résistance moyenne à la fatigue: probabilité de survie de 0,50.....	9
8.3.2 Écarts-types.....	9
8.3.3 Limite de fatigue: probabilité de survie de 0,998 65.....	9
9 Expression des résultats	9
9.1 Informations sur la chaîne testée.....	9
9.2 Matériel et méthodes d'essai.....	10
9.2.1 Matériel d'essai.....	10
9.2.2 Méthode d'essai.....	10
9.3 Résultats des essais de conformité et de l'escalier.....	10
Annexe A (informative) Essai de survie avec analyse abrégée par la méthode des probits	11
Annexe B (informative) Méthode d'essai combinée	15
Annexe C (informative) Justification relative à l'ajout d'un échelon à la limite de fatigue pour une analyse de l'escalier	21
Annexe D (informative) Ajout d'un point «fantôme» supplémentaire à la fin d'un essai de l'escalier	24
Annexe E (informative) Rapport des résultats d'essai de fatigue	25

Annexe F (informative) Détermination des valeurs caractéristiques de fatigue de chaînes de transmission en conditions réelles	33
Annexe G (informative) Extrapolation de la résistance à la fatigue de 3×10^6 cycles à 10^7 cycles ..	39
Annexe H (informative) Essai à durée de vie finie et analyse des données	43
Bibliographie	48

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15654:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6df5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6df5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 100, *Chaînes et pignons dentés pour transmission d'énergie et convoyeurs*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15654:2004), qui a fait l'objet d'une révision technique.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15654:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6df5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6df5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>

Méthode d'essai de fatigue pour chaînes de transmission de précision à rouleaux et chaînes de levage à mailles jointives

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai de fatigue uniaxial pour des chaînes de transmission à rouleaux, les chaînes de levage à maille jointive. Les essais étant réalisés à température ambiante avec l'effort appliqué selon un cycle sinusoïdal dans le sens longitudinal de la chaîne. Elle spécifie également les méthodes d'analyse statistique des résultats d'essai et donne les formes et les éléments de présentation des résultats des essais de fatigue et de leur analyse.

2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 606, *Chaînes de transmission de précision à rouleaux et à douilles, plaques-attaches et roues dentées correspondantes*

ISO 4347:2015, *Chaînes de levage à mailles jointives, chapes et galets de renvoi — Dimensions, forces de mesure et résistances à la traction*

ISO 10190, *Chaînes pour motocycles — Caractéristiques et méthodes d'essai*
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>

3 Symboles

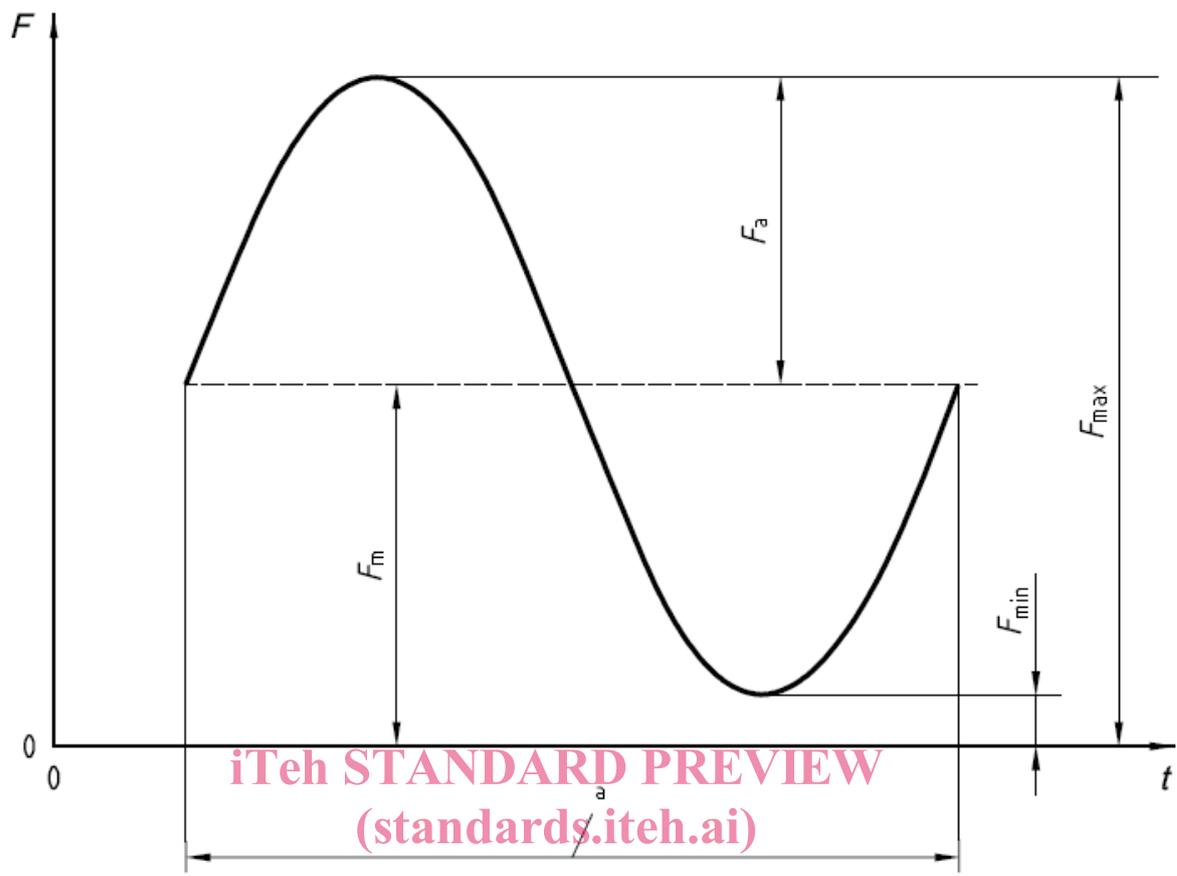
Symbole	Description	Unité
d	Pas d'échelonnement — intervalle séparant deux niveaux d'effort successifs dans un essai dit de l'escalier [voir Formule (5)]	N
F_{\max}	Effort maximal — valeur maximale de l'effort dans le cycle	N
F_{\min}	Effort minimal — valeur minimale de l'effort dans le cycle	N
F_m	Effort moyen — moitié de la somme de l'effort maximal et de l'effort minimal dans le cycle d'effort [voir Formule (1)]	N
F_a	Amplitude — moitié de la différence entre l'effort maximal et l'effort minimal [voir Formule (2)]	N
F_b	Résistance moyenne à la fatigue — effort ramené à un effort minimal nul, pour lequel la probabilité de rupture est de 50 % à la limite d'endurance [voir Formule (8)]	N
F_{dx}	Limite de fatigue — effort ramené à un effort minimal nul, pour lequel la probabilité calculée de rupture après 10^7 cycles d'effort est de 0,135 %. Cette limite représente l'effort au-dessous duquel la chaîne peut supporter un nombre infini de cycles sans casser [voir Formule (10)]	N
F_d	Effort d'essai — effort maximal ramené à un effort minimal nul, auquel un essai a été réalisé [voir Formule (3)]	N
F_u	Résistance minimale à la traction — résistance minimale à la traction de la chaîne telle que spécifiée dans l'ISO 606, l'ISO 10190 ou l'ISO 4347	N

Symbole	Description	Unité
N	Cycles — nombre de cycles, à un effort (alterné) donné, appliqués à un échantillon à un moment donné de l'essai	—
N_e	Limite d'endurance — nombre prédéterminé de cycles au bout duquel un essai sera interrompu sans qu'il y ait eu rupture de l'échantillon	—
n	Nombre de points pris en compte dans l'analyse	—
p	Pas d'une chaîne	mm
S	Écart-type — écart-type des données dans la méthode de l'escalier [voir Formule (9)]	N

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15654:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>



ISO 15654:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>

Légende

- f* effort
t temps
a Un cycle.

$$F_m = \frac{F_{\max} + F_{\min}}{2} \quad (1)$$

$$F_a = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{2} \quad (2)$$

Figure 1 — Cycle d'effort type

4 Principe

Des essais sont réalisés sur des chaînes de transmission et de levage à mailles jointives afin de déterminer le comportement à la fatigue des plaques tel qu'illustré par un diagramme $F-N$ ou pour vérifier la conformité aux exigences de résistance à la fatigue de l'ISO 606, l'ISO 10190 et de l'ISO 4347.

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai

La machine doit être dimensionnée de manière que l'effort maximal appliqué à l'éprouvette soit $\geq 10\%$ de la capacité maximale de la machine. Les essais doivent être réalisés sur une machine en mesure d'appliquer à l'éprouvette un effort sinusoïdal en tension axiale.

La fréquence d'essai doit être choisie de manière à n'induire aucune augmentation préjudiciable de la température de l'éprouvette.

La machine doit être étalonnée périodiquement afin de maintenir la précision appropriée. Il convient d'étalonner la machine d'essai à $\pm 2\%$ de sa capacité maximale. Il est admis de monter un système de surveillance de l'effort en série avec l'éprouvette afin de s'assurer que le cycle d'effort est maintenu constant au cours de l'essai.

La machine d'essai doit également être équipée:

- a) d'un compteur destiné à enregistrer le nombre de cycles d'effort,
- b) d'un dispositif destiné à arrêter la machine à la rupture de la chaîne, et
- c) d'un dispositif destiné à éviter le redémarrage de la machine après un arrêt d'urgence en cas de panne d'alimentation, etc.

5.2 Fixations

iTeh STANDARD PREVIEW

Les fixations doivent être en mesure de transmettre un effort axial à l'éprouvette sans induire d'effort parasite. Des fixations de type universel doivent être utilisées pour les essais de fatigue des chaînes de transmission et de levage à mailles jointives. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6df5cb7e-722d-4c1c-a555-10722988ba2a/iso-15654-2015>

Les fixations universelles doivent être conçues conformément aux dimensions de chaîne spécifiées dans d'autres normes. Des exemples de fixations sont illustrés à la [Figure 2](#).

Les fixations universelles doivent permettre le libre mouvement des deux côtés de l'axe de la chaîne tant dans le plan normal au plan d'articulation de la chaîne que dans le plan transversal. Pour les chaînes de transmission, le trou dans la fixation doit être de dimension égale au diamètre d'alésage de la douille de la chaîne à tester. Pour les chaînes de levage à mailles jointives, le trou dans la fixation doit être de dimension égale au diamètre d'alésage de la chape d_1 indiqué dans l'ISO 4347:2015, Tableaux 3 et 4.

NOTE Les éprouvettes illustrent toutes cinq maillons libres.

Lorsqu'une chaîne est soumise à l'essai sur des poulies, il faut empêcher tout déplacement de la chaîne sur la poulie afin de s'assurer que seuls des maillons spécifiques de la chaîne sont soumis à l'essai.

6 Éprouvettes

6.1 Au moins cinq maillons libres de chaîne doivent être utilisés comme éprouvette pour les essais de fatigue, sauf pour les chaînes d'un pas supérieur à 50,8 mm pour lesquelles un minimum de trois maillons libres est admissible.

NOTE Les ruptures dans les liens qui entrent en contact avec les fixations ne font pas partie de l'essai.

Les maillons libres sont les maillons de chaîne qui ne sont pas en contact avec les fixations.

6.2 Les éprouvettes doivent être des chaînes neuves, non endommagées et ayant été soumises à l'ensemble des phases de fabrication. Le choix du type de lubrifiant est libre.

7 Méthode d'essai

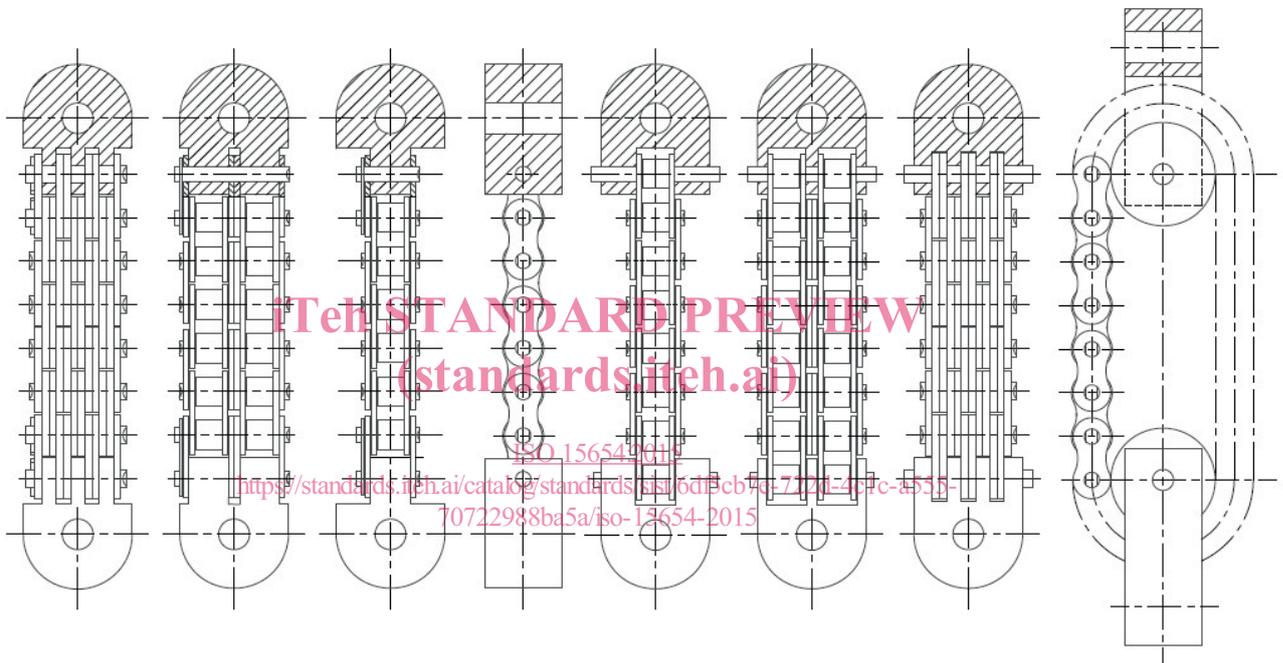
7.1 Efforts

7.1.1 Effort minimal

L'effort minimal doit être au moins égal à 1 % mais inférieur à 5 % de la résistance minimale à la traction spécifiée dans l'ISO 606, l'ISO 10190 ou l'ISO 4347 pour la chaîne en question.

7.1.2 Effort maximal

L'effort maximal doit être déterminé selon les procédures décrites en 7.2 pour un essai de conformité et en 7.3 pour un essai de l'escalier.



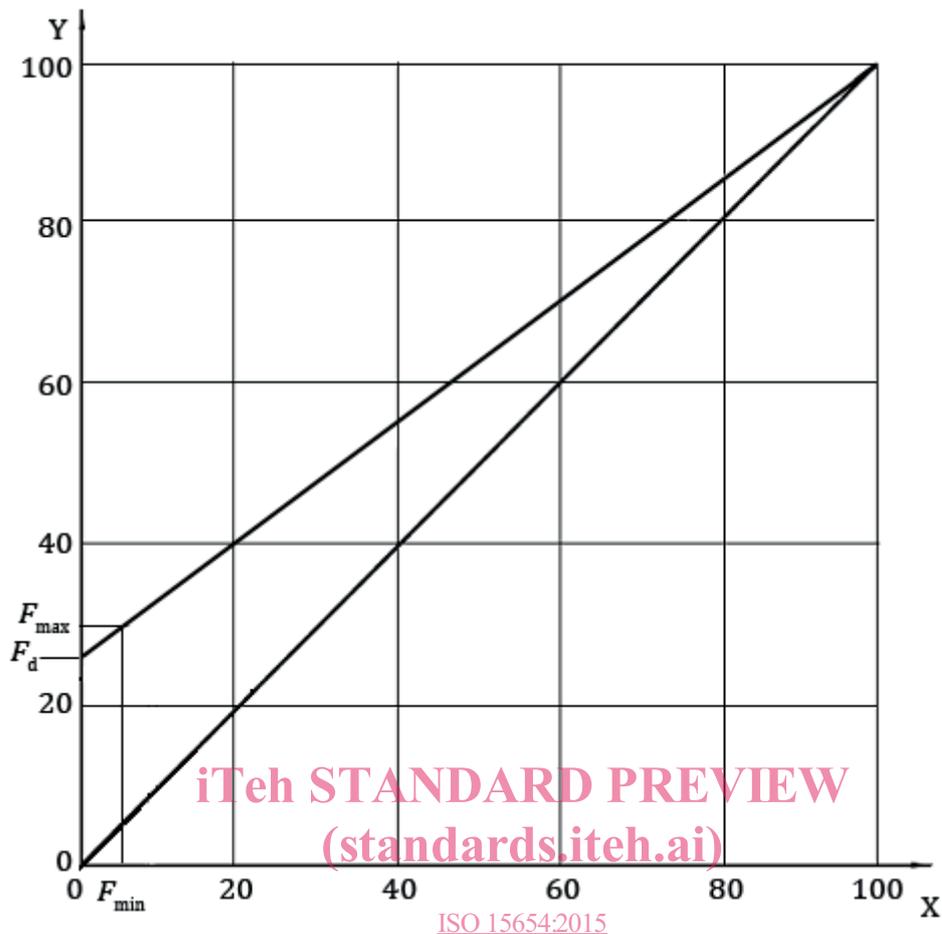
NOTE L'illustration de la boucle sans fin n'est pas applicable aux chaînes de levage à mailles jointives.

Figure 2 — Exemples d'éprouvettes montées dans des fixations universelles

7.1.3 Effort d'essai

Pour l'analyse des données d'essai de fatigue, les efforts maximaux doivent être ramenés à un effort minimal nul. Un effort d'essai est obtenu en corrigeant l'effort maximal à l'effort minimal nul au moyen de la méthode de Johnson-Goodman [Formule (3)]. La relation de Johnson-Goodman est illustrée sur la Figure 3, où $F_{\min} = 0,05 \times F_u$ et $F_{\max} = 0,3 \times F_u$ et le résultat $F_t = 0,263 2 \times F_u$.

$$F_d = \frac{F_u (F_{\max} - F_{\min})}{F_u - F_{\min}} \quad (3)$$

**Légende**X effort minimal, % de F_u Y effort maximal, % de F_u

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>

Figure 3 — Diagramme de Johnson-Goodman**7.1.4 Application de l'effort**

Un effort de traction longitudinal doit être appliqué, variant selon un cycle sinusoïdal entre l'effort minimal déterminé selon 7.1.1 et l'effort maximal déterminé selon 7.1.2. L'essai doit être poursuivi jusqu'à la limite d'endurance ou jusqu'à la rupture de l'éprouvette, selon l'événement survenant en premier.

7.2 Essai de conformité**7.2.1 Objet**

Un essai de conformité sert à déterminer si une chaîne satisfait aux exigences de résistance à la fatigue spécifiées dans l'ISO 606, l'ISO 10190 ou l'ISO 4347.

7.2.2 Limite d'endurance

La limite d'endurance doit être de 3×10^6 cycles.

7.2.3 Effort minimal

L'effort minimal pour l'essai doit être déterminé conformément à 7.1.1.

7.2.4 Effort maximal

L'effort maximal doit être déterminé à l'aide de la Formule (4):

$$F_{\max} = \frac{F_d F_u + [F_{\min} (F_u - F_d)]}{F_u} \quad (4)$$

7.2.5 Nombre d'essai

Trois éprouvettes doivent être testées.

7.2.6 Acceptation

Toutes les éprouvettes doivent résister sans se rompre jusqu'à la limite d'endurance.

7.3 Méthode de l'escalier

7.3.1 Objet

Un essai de l'escalier sert à déterminer la limite de fatigue d'une chaîne.

7.3.2 Description

Dans la présente Norme internationale, l'essai de l'escalier est un essai au cours duquel les éprouvettes sont soumises à des niveaux d'effort prédéterminés, espacés selon un échelonnement régulier. La première éprouvette est soumise à un niveau d'effort légèrement supérieur à la résistance à la fatigue moyenne estimée de la chaîne. Si la première éprouvette résiste jusqu'à la limite d'endurance (non-rupture), l'éprouvette suivante est soumise à un niveau d'effort immédiatement supérieur. Si la première éprouvette se rompt avant d'atteindre la limite d'endurance, l'éprouvette suivante est soumise à l'essai au niveau d'effort immédiatement inférieur. Les niveaux d'effort des essais ultérieurs sont déterminés de la même manière et les essais sont poursuivis jusqu'à réalisation complète du nombre exigé d'essais.

7.3.3 Limite d'endurance

La limite d'endurance doit être de 10^7 cycles lors des essais de détermination de la limite de fatigue.

7.3.4 Règles de réalisation d'un essai de l'escalier

Tout essai réalisé selon la méthode de l'escalier doit commencer par une alternance de résultat — une non-rupture suivie d'une rupture ou une rupture suivie d'une non-rupture. L'essai de l'escalier doit comprendre dix points au minimum pour déterminer la moyenne avec une confiance de 95 % et six points pour la déterminer avec une confiance de 90 %. Pour détecter une variation d'environ un demi-pas dans la valeur moyenne, l'essai selon la méthode de l'escalier doit comprendre un nombre minimum d'échantillons, indiqué dans le [Tableau 2](#).

Tableau 2 — Effectifs d'échantillons requis

Confiance	Escalier à 3 échelons	Escalier à 4 échelons	Escalier à 5 échelons
90 %	6	11	16
95 %	10	15	20

Le niveau d'effort le plus élevé d'un escalier ne doit comprendre que des ruptures.

Le niveau d'effort le plus faible d'un escalier ne doit comprendre que des non-ruptures.

Les niveaux d'effort intermédiaires d'un escalier doivent comprendre des ruptures et des non-ruptures.

7.3.5 Détermination du pas d'échelonnement

7.3.5.1 Utilisation de l'essai de survie avec analyse par la méthode des probits

Voir l'[Annexe A](#). Le pas d'échelonnement doit être déterminé conformément à [A.5](#).

7.3.5.2 Utilisation de la méthode d'essai combiné

Voir l'[Annexe B](#). Le pas d'échelonnement doit être déterminé conformément à [B.3.4.3](#) [voir Formule (B.10)].

7.3.5.3 Utilisation de la méthode empirique

Des essais approfondis ont démontré qu'il est possible d'obtenir des résultats fiables lorsque le pas d'échelonnement, exprimé en newtons (N), est déterminé conformément à la Formule (5) ou (6).

$$\text{Pour les chaînes simples à rouleaux} \quad d \approx 14p^{1,5} \quad (5)$$

$$\text{Pour les chaînes multiples à rouleaux} \quad d \approx 0,7 \cdot n_s \cdot 14 \cdot p^{1,5} \quad (6)$$

où n_s nombre de rangées, et n_s est égal à 2 ou plus.

NOTE Quand une méthode combinée est utilisée, il convient de déterminer le pas d'échelonnement conformément à [B.3.4.3](#). Il n'existe pas de méthode empirique applicable aux chaînes de levage à mailles jointives, par conséquent, il convient de déterminer le pas d'échelonnement selon la Formule (7). Il convient de noter que cette formule est indiquée à titre d'information pour faciliter la déduction d'une contrainte dynamique minimale approximative.

$$d \approx f_L \cdot \frac{n_L}{4} \cdot 14 \cdot p^{1,5} \quad (7)$$

ISO 15654:2015
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>

où

p est le pas de chaîne, en millimètres (mm);

f_L est le facteur de combinaison, selon l'ISO 4347:2015, Tableau A.2;

n_L est le nombre total de plaques en liaisons adjacentes, par exemple $n_L = 10$ pour la combinaison 4×6 .

8 Marquage, étiquetage, emballage

8.1 Données

Les données destinées à une analyse d'un essai de l'escalier doivent être recueillies conformément à [7.3](#).

Il est possible de déterminer un point d'essai supplémentaire à la fin d'un essai de l'escalier en appliquant les règles de réalisation (voir [7.3](#)) de l'essai. Ce point d'essai supplémentaire, parfois appelé point «fantôme», doit être inclus dans l'analyse.

8.2 Enregistrement des données de l'escalier

Les données sont généralement reportées dans un tableau et tracées sur un diagramme au fur et à mesure de l'avancement de l'essai afin de s'assurer que les règles d'élaboration d'un escalier sont appliquées. Le [Tableau 3](#) illustre un exemple de ce type de présentation des données (trois niveaux d'effort et un niveau de confiance de 95 %).

Tableau 3 — Report de données de l'escalier — Exemple

Effort d'essai	Essais non valides	Essais valides										
$F_d + 2d$	X											
$F_d + d$		X						X		X		#
F_d			X		X		0		0		0	
$F_d - d$				0		0						

0 = non rupture; X = Rupture; # = Point fantôme.

8.3 Calculs statistiques

8.3.1 Résistance moyenne à la fatigue: probabilité de survie de 0,50

La résistance moyenne à la fatigue doit être calculée à l'aide de la Formule (8).

$$F_b = \frac{\sum_{i=1}^n F_{d_i}}{n} \quad (8)$$

où n est le nombre total d'essais valides dans les calculs de l'escalier.

8.3.2 Écart-types

Les écart-types des données de l'escalier doivent être calculés à l'aide de la Formule (9).

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n F_{d_i}^2}{n} - F_b^2 \right]^{0.5} \quad (9)$$

ISO 15654:2015
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6d5cb7e-722d-4c1c-a555-70722988ba5a/iso-15654-2015>

8.3.3 Limite de fatigue: probabilité de survie de 0,998 65

La limite de fatigue doit être calculée à l'aide de la Formule (10).

$$F_{dx} = F_b - 3S + d \quad (10)$$

9 Expression des résultats

9.1 Informations sur la chaîne testée

L'auteur doit spécifier à l'utilisateur

- la marque commerciale, un autre nom ou la marque d'identification de la chaîne testée,
- le numéro ISO ou le numéro du fabricant ainsi que le pas de la chaîne testée, et
- la longueur, en nombre de maillons libres, des éprouvettes.