

---

---

**Roulements — Charges dynamiques de  
base et durée nominale**

**AMENDEMENT 2: Facteur  $a_{XYZ}$  de  
modification de la durée**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life*

*AMENDMENT 2: Life modification factor  $a_{XYZ}$*

ISO 281:1990/Amd 2:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 281:1990/Amd 2:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000>

© ISO 2000

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 734 10 79  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent Amendement 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.

L'Amendement 2 à la Norme internationale ISO 281:1990 a été élaboré par le comité technique mixte ISO/TC 4, *Roulements*, sous-comité SC 8, *Charges de base et durée* et remplace l'article 9 **Durée nominale corrigée**.

L'annexe A du présent Amendement est donnée uniquement à titre d'information.

[ISO 281:1990/Amd 2:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000>

## Introduction

Depuis la publication de l'ISO 281 en 1990, d'autres connaissances ont été acquises concernant l'influence sur la durée des roulements, de la contamination, de la lubrification, des contraintes internes dues au montage, des contraintes dues au traitement thermique, de la limite de la charge de fatigue du matériau, etc. Il est donc maintenant possible de prendre en considération les facteurs influençant les calculs de durée de façon plus complète. Le présent Amendement spécifie comment de nouvelles connaissances peuvent être mises en pratique concrètement dans la formule de la durée. La durée calculée avec cette formule développée de la durée est appelée durée nominale modifiée et remplace la durée nominale corrigée,  $L_{na}$ , de l'ISO 281:1990. La durée nominale modifiée a reçu une nouvelle désignation,  $L_{nm}$ , afin d'éviter toute confusion avec  $L_{na}$ .

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 281:1990/Amd 2:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000>

# Roulements — Charges dynamiques de base et durée nominale

## AMENDEMENT 2: Facteur $a_{XYZ}$ de modification de la durée

### 1 Symboles

$a_{XYZ}$  est le facteur de modification de la durée, basé sur une approche systémique selon 2.4 du présent Amendement;

$a_1$  est le facteur de correction de durée pour fiabilité;

$a_2, a_3, a_4, a_5, a_m$  sont les facteurs de correction de durée interdépendants pour diverses influences selon 2.3 et 2.4.2;

$e$  est l'exposant de Weibull;

$L_{na}$  est la durée nominale corrigée, en millions de tours;

$L_{nm}$  est la durée nominale modifiée, en millions de tours;

$L_{10}$  est la durée nominale, en millions de tours;

$n$  est la probabilité de défaillance, en pourcentage;

$S$  est la fiabilité (probabilité de survie), en pourcentage, dans une gamme allant de 100 à 0:

$\kappa$  est le rapport de viscosité =  $\nu/\nu_1$ ;

$A$  est le paramètre de film, rapport de l'épaisseur du film à la rugosité de la surface composite;

$\nu$  est la viscosité réelle du lubrifiant à la température de fonctionnement, en millimètres carrés par seconde;

$\nu_1$  est la viscosité requise à la température de fonctionnement pour obtenir une lubrification adéquate, en millimètres carrés par seconde;

$\sigma$  est la contrainte réelle utilisée dans le critère de fatigue, en mégapascals;

$\sigma_u$  est la limite de contrainte d'endurance utilisée dans le critère de fatigue, en mégapascals.

### 2 Durée nominale modifiée

#### 2.1 Généralités

La durée nominale,  $L_{10}$ , est le plus souvent une estimation satisfaisante des performances d'un roulement. Cette durée s'entend pour une fiabilité de 90 %.

Cependant, pour certaines applications, il peut être intéressant de calculer la durée de vie pour un niveau de fiabilité plus élevé et il est préférable, pour de nombreuses applications, de prendre en compte l'influence de la qualité des roulements et des conditions de fonctionnement de façon plus précise et plus complète. La durée nominale modifiée,  $L_{nm}$ , remplit cette demande. [L'index  $n$  représente la probabilité de défaillance en % et  $(100 - n)$  la probabilité de survie (également exprimée comme étant la fiabilité).]

La durée  $L_{nm}$ , c'est-à-dire la durée nominale modifiée pour une fiabilité de  $(100 - n) \%$ , pour des propriétés particulières du roulement et pour des conditions spécifiques de fonctionnement, est donnée par la formule

$$L_{nm} = a_1 a_{XYZ} L_{10} \tag{1}$$

Les valeurs du facteur de correction de durée  $a_1$  sont données dans le Tableau 1.

**2.2 Facteur de correction de durée pour fiabilité,  $a_1$**

**Tableau 1 — Facteur de correction de durée pour fiabilité,  $a_1$**

Fiabilité <i>S</i>	$L_{nm}$	$a_1$
90	$L_{10m}$	1
95	$L_{5m}$	0,62
96	$L_{4m}$	0,53
97	$L_{3m}$	0,44
98	$L_{2m}$	0,33
99	$L_{1m}$	0,21

Le Tableau 1 est basé sur un exposant de Weibull  $e = 1,5$ . Le calcul de  $a_1$  est possible avec d'autres exposants (voir l'annexe A).

**2.3 Facteur de modifications de durée,  $a_{XYZ}$**

Dans l'ISO 281-1:1977, les facteurs  $a_2$  et  $a_3$  avaient été introduits afin de prendre en considération l'influence du matériau et des conditions de lubrification sur la durée des roulements. Cependant, il a été reconnu que  $a_2$  et  $a_3$  sont interdépendants et ceci a conduit de nombreux fabricants de roulements à utiliser un facteur combiné  $a_{23}$ . Le domaine d'application de ce facteur combiné  $a_{23}$  a été étendu par l'introduction du facteur  $a_{XYZ}$  pour couvrir des influences interdépendantes supplémentaires.

Ces interdépendances impliquent que

$$a_{XYZ} = f(a_2, a_3, a_m) \tag{2}$$

Il est possible, avec les technologies modernes, de déterminer  $a_{XYZ}$  en combinant théorie informatisée, essais empiriques et expérience pratique. En plus du type de roulement, le facteur  $a_{XYZ}$  peut inclure l'influence

- du matériau (par exemples propreté, dureté, structure de la surface, limite de fatigue, réponse à la température);
- de la lubrification (par exemples viscosité, vitesse de roulement, dimensions, type de lubrifiant, additifs);
- de l'environnement (par exemples niveau de contamination, humidité);
- des particules contaminantes (par exemples dureté, dimensions, forme, matériau);
- des contraintes internes dans les bagues (par exemples provenant du procédé de fabrication, de l'interférence de la bague de roulement après montage);
- du montage (par exemples dommages causés par la manipulation, mauvais alignement);
- de la charge du roulement.

## 2.4 Approche systémique des calculs de durée

### 2.4.1 Calcul de la durée modifiée au moyen d'une approche systémique

Un roulement moderne de haute qualité peut avoir une durée de vie infinie sous une certaine charge si les conditions de lubrification, la propreté et les autres conditions de fonctionnement sont favorables. Quand la limite de charge de fatigue est atteinte, la contrainte de contact réelle est de l'ordre de 1 500 MPa pour les aciers à roulements normaux.

Cependant, dans de nombreuses applications, les contraintes de contact sont plus grandes que cette valeur et, de plus, les conditions de fonctionnement peuvent réduire la durée de vie des roulements.

Il est possible de relier toutes les influences aux contraintes appliquées et à la résistance du matériau, par exemples:

- les indentations donnent naissance à des contraintes de bord;
- un fin film d'huile augmente les contraintes de cisaillement dans la zone de contact entre le chemin et l'élément roulant;
- une hausse de température réduit la limite de fatigue du matériau, c'est-à-dire sa résistance;
- une bague intérieure ajustée serrée engendre des contraintes sur la circonférence.

Les diverses influences sur la durée des roulements sont dépendantes les unes des autres. Une approche systémique du calcul de la durée liée à la fatigue est donc appropriée, dans lequel l'influence sur la durée du système, due à la variation et à l'interaction des facteurs interdépendants, sera considérée.

Des courbes ou des équations peuvent être définies pour exprimer  $a_{XYZ}$  en fonction de  $\sigma_u/\sigma$ , rapport de la limite de contrainte d'endurance à la contrainte réelle, prenant en compte le plus grand nombre possible de facteurs d'influence (voir la Figure 1).

La courbe de la Figure 1 illustre également, pour une condition de lubrification donnée, comment  $a_{XYZ}$  tend vers l'infini de manière asymptotique lorsque la contrainte réelle,  $\sigma$ , est ramené à la limite de contrainte d'endurance,  $\sigma_u$ , quand un critère de fatigue est appliqué. Traditionnellement, la contrainte de cisaillement orthogonale a été utilisée comme critère de fatigue dans les calculs de durée des roulements (voir la référence [1] dans la Bibliographie). Ainsi, la courbe de la Figure 1 peut aussi être basée sur la résistance d'endurance en cisaillement

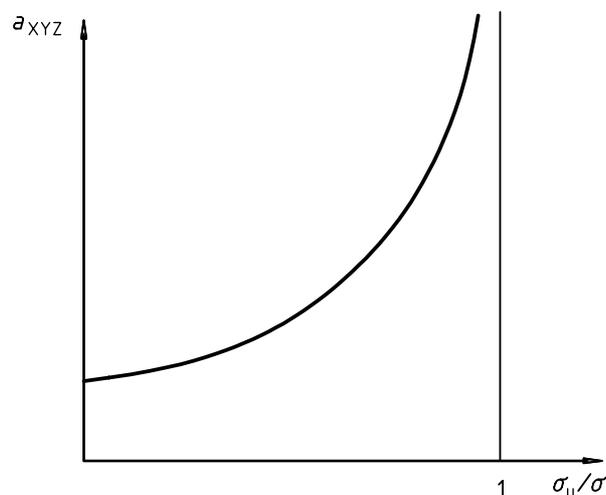


Figure 1 — Facteur de modification de la durée  $a_{XYZ}$

Il convient que les fabricants soient responsables des conseils donnés pour le calcul de  $a_{XYZ}$  en tant que fonction de la contrainte réelle, de la limite de contrainte d'endurance et des conditions de fonctionnement. Les lettres XYZ, indiquent dans la désignation  $a_{XYZ}$  que le fabricant ou l'organisation peut choisir toute combinaison et tout nombre de lettres.

Les conditions de lubrification peuvent être exprimées soit par

- le rapport des viscosités  $\kappa = \nu/\nu_1$ , défini comme étant le rapport de la viscosité réelle  $\nu$  de l'huile à la température de fonctionnement à la viscosité  $\nu_1$  de l'huile requise pour une lubrification adéquate;

soit par

- le paramètre de film  $\lambda$ , défini comme étant le rapport de l'épaisseur du film d'huile à la moyenne quadratique des rugosités de surface des surfaces en contact.

Les facteurs  $\kappa$  et  $\lambda$  sont tous deux des mesures du risque de contact intermétallique à travers le film lubrifiant. Il convient que les fabricants fournissent les recommandations concernant le calcul des facteurs.

#### 2.4.2 Calcul de la durée modifiée au moyen de facteurs multiplicatifs

Comme cas particulier de l'approche systémique, il est possible de calculer  $a_{XYZ}$  à l'aide de facteurs multiplicatifs, par exemple:

$$a_{XYZ} = a_2 a_3 a_4 a_5 \dots \tag{3}$$

De cette manière, la durée de fatigue peut être calculée avec l'équation donnée dans l'ISO 281:1990

$$L_{na} = a_1 a_2 a_3 L_{10} \tag{4}$$

ou, plus généralement, avec le facteur  $a_{XYZ}$  exprimé par

$$a_{XYZ} = a_2 a_3 a_m \tag{5}$$

Le facteur  $a_m$  inclut des variables d'environnement qui ne sont pas prises en compte dans l'ISO 281:1990. Pour satisfaire la demande d'une approche systémique, il est cependant important de comprendre que les facteurs influençant la durée sont interdépendants et qu'un changement des conditions de fonctionnement peut influencer tous les facteurs des équations (3) à (5).

## Annexe A (informative)

### Équation pour le calcul du facteur $a_1$ de correction de durée pour fiabilité

Dans le Tableau 1 du présent Amendement, les facteurs de correction de durée pour fiabilité,  $a_1$ , sont calculés à l'aide de l'équation (A.1).

$$a_1 = \left( \frac{\ln \frac{100}{S}}{\ln \frac{100}{90}} \right)^{\frac{1}{e}} \quad (\text{A.1})$$

Le Tableau 1 est calculé pour différentes fiabilités (probabilité de survie),  $S$ , en pourcentage, et avec une valeur constante de l'exposant de Weibull  $e = 1,5$ .

L'équation (A.1) permet également de calculer le facteur  $a_1$  avec d'autres valeurs de l'exposant de Weibull.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 281:1990/Amd 2:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000>

## Bibliographie

- [1] LUNDBERG, G., et PALMGREN, A., *Dynamic Capacity of Rolling Bearings*, Acta Polytechnica, **7** (1947), Mechanical engineering series, Vol. 1, N° 3.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 281:1990/Amd 2:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/de4a86b7-c663-4ca8-8fab-c35afaaa6d8d/iso-281-1990-amd-2-2000>