
**Calcul de la capacité de charge des
engrenages cylindriques à dentures
droite et hélicoïdale —**

**Partie 1:
Principes de base, introduction et
facteurs généraux d'influence**

Calculation of load capacity of spur and helical gears —

Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors

ISO 6336-1:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e5f28eea-4bec-44ff-b855-73123e9fb8ac/iso-6336-1-2019>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 6336-1:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e5f28eea-4bec-44ff-b855-73123e9fb8ac/iso-6336-1-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	vi
Introduction	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés	2
3.1 Termes et définitions	2
3.2 Symboles et termes abrégés	2
4 Principes de base	9
4.1 Application	9
4.1.1 Résistance à la pression de contact (piqûre)	9
4.1.2 Résistance à la flexion en pied de dent	9
4.1.3 Rupture en flanc des dents	9
4.1.4 Résistance et qualité des matériaux	9
4.1.5 Durée de vie en service sous charge variable	10
4.1.6 Grippage	10
4.1.7 Usure	10
4.1.8 Microécaillages	10
4.1.9 Déformation plastique	10
4.1.10 Applications spécifiques	10
4.1.11 Coefficients de sécurité	11
4.1.12 Essais	13
4.1.13 Tolérances de fabrication	13
4.1.14 Exactitude implicite	13
4.1.15 Autres considérations	13
4.1.16 Facteurs d'influence	15
4.1.17 Formules numériques	16
4.1.18 Ordre de succession des facteurs au cours du calcul	16
4.1.19 Détermination des valeurs admissibles des écarts de roue	17
4.2 Effort tangentiel, couple, puissance	17
4.2.1 Généralités	17
4.2.2 Effort tangentiel nominal, couple nominal, puissance nominale	17
4.2.3 Effort tangentiel équivalent, couple équivalent, puissance équivalente	18
4.2.4 Effort tangentiel maximum, couple maximum, puissance maximale	18
5 Facteur d'application, K_A	18
5.1 Généralités	18
5.2 Méthode A – Facteur K_{A-A}	19
5.2.1 Facteur K_{A-A}	19
5.2.2 Facteur K_{HA-A} pour les piquûres selon l'ISO 6336-2	19
5.2.3 Facteur K_{FA-A} pour la rupture en pied de dent selon l'ISO 6336-3	19
5.2.4 Facteur K_{FFA-A} pour la rupture en flanc de dent selon l'ISO/TS 6336-4	19
5.2.5 Facteur $K_{\theta A-A}$ pour le grippage selon l'ISO/TS 6336-20/ISO/TS 6336-21	20
5.2.6 Facteur $K_{\lambda A-A}$ pour les microécaillages selon l'ISO/TS 6336-22	20
5.3 Méthode B — Facteur K_{A-B}	20
5.3.1 Généralités	20
5.3.2 Guide de valeurs pour le facteur d'application, K_{A-B}	20
6 Facteur dynamique interne, K_v	23
6.1 Généralités	23
6.2 Paramètres influençant les charges dynamiques internes et calcul	23
6.2.1 Conception	23
6.2.2 Fabrication	24
6.2.3 Perturbation sur la transmission	24
6.2.4 Réponse dynamique	25

6.2.5	Résonances	25
6.2.6	Application du facteur dynamique interne pour les engrenages faiblement chargés	25
6.3	Principes et hypothèses	26
6.4	Méthodes pour la détermination du facteur dynamique	26
6.4.1	Méthode A — Facteur K_{v-A}	26
6.4.2	Méthode B — Facteur K_{v-B}	27
6.4.3	Méthode C — Facteur K_{v-C}	27
6.5	Détermination du facteur dynamique suivant la Méthode B: K_{v-B}	27
6.5.1	Généralités	27
6.5.2	Domaines des vitesses de fonctionnement	28
6.5.3	Détermination de la vitesse de résonance (résonance principale) d'une paire de roues dentées	29
6.5.4	Facteur dynamique dans le domaine subcritique ($N \leq N_S$)	31
6.5.5	Facteur dynamique dans le domaine de résonance principale ($N_S < N \leq 1,15$)	34
6.5.6	Facteur dynamique dans le domaine supercritique ($N \geq 1,5$)	34
6.5.7	Facteur dynamique dans le domaine intermédiaire ($1,15 < N < 1,5$)	35
6.5.8	Détermination de la vitesse de résonance pour des conceptions d'engrenages spécifiques	35
6.5.9	Calcul de la masse réduite d'un engrenage à denture extérieure	37
6.6	Détermination du facteur dynamique suivant la Méthode C: K_{v-C}	38
6.6.1	Généralités	38
6.6.2	Valeurs graphiques du facteur dynamique suivant la Méthode C	39
6.6.3	Détermination par calcul du facteur dynamique suivant la Méthode C	42
7	Facteur de distribution longitudinale de la charge $K_{H\beta}$ et $K_{F\beta}$	43
7.1	Distribution longitudinale de la charge	43
7.2	Principes généraux de détermination des facteurs de distribution longitudinale de la charge, $K_{H\beta}$ et $K_{F\beta}$	44
7.2.1	Généralités	44
7.2.2	Facteur de distribution longitudinale de la charge pour la pression de contact $K_{H\beta}$	44
7.2.3	Facteur de distribution longitudinale de la charge pour la contrainte en pied de dent $K_{F\beta}$	44
7.3	Méthodes pour la détermination du facteur de distribution longitudinale de la charge — Principes, hypothèses	44
7.3.1	Généralités	44
7.3.2	Méthode A — Facteurs $K_{H\beta-A}$ et $K_{F\beta-A}$	45
7.3.3	Méthode B — Facteurs $K_{H\beta-B}$ et $K_{F\beta-B}$	45
7.3.4	Méthode C — Facteurs $K_{H\beta-C}$ et $K_{F\beta-C}$	45
7.4	Détermination du facteur de distribution longitudinale de la charge en appliquant la Méthode B: $K_{H\beta-B}$	45
7.4.1	Nombre de points de calcul	45
7.4.2	Définition de $K_{H\beta}$	45
7.4.3	Rigidité et déformations élastiques	46
7.4.4	Déplacements statiques	49
7.4.5	Hypothèses	49
7.4.6	Résultat de programme sur ordinateur	49
7.5	Détermination du facteur de distribution longitudinale de la charge à l'aide de la Méthode C: $K_{H\beta-C}$	50
7.5.1	Généralités	50
7.5.2	Désalignement équivalent effectif $F_{\beta y}$	51
7.5.3	Tolérance de rodage y_{β} et facteur de rodage χ_{β}	52
7.5.4	Désalignement d'engrènement, f_{ma}	62
7.5.5	Composante du désalignement d'engrènement dû aux déformations du carter, f_{ca}	65
7.5.6	Composante du désalignement d'engrènement dû au déplacement des arbres, f_{be}	65

7.6	Détermination du facteur de distribution longitudinale de la charge de face pour la contrainte en pied de dent à l'aide de la Méthode B ou C: $K_{F\beta}$	66
8	Facteurs de distribution transversale de la charge $K_{H\alpha}$ et $K_{F\alpha}$.....	67
8.1	Distribution transversale de la charge.....	67
8.2	Méthodes pour la détermination des facteurs de distribution transversale de la charge — Principes et hypothèses.....	67
8.2.1	Généralités.....	67
8.2.2	Méthode A — Facteurs $K_{H\alpha-A}$ et $K_{F\alpha-A}$	67
8.2.3	Méthode B — Facteurs $K_{H\alpha-B}$ et $K_{F\alpha-B}$	67
8.3	Détermination des facteurs de distribution transversale de la charge suivant la Méthode B — $K_{H\alpha-B}$ et $K_{F\alpha-B}$	68
8.3.1	Généralités.....	68
8.3.2	Détermination du facteur de distribution transversale de la charge par calcul.....	68
8.3.3	Facteurs de distribution transversale de la charge à partir des graphiques.....	69
8.3.4	Conditions restrictives pour $K_{H\alpha}$	69
8.3.5	Conditions restrictives pour $K_{F\alpha}$	69
8.3.6	Tolérance de rodage, y_α	70
9	Paramètres de rigidités de la denture c' et c_γ.....	74
9.1	Influences sur la rigidité.....	74
9.2	Méthodes pour la détermination des rigidités de denture — Principes et hypothèses.....	74
9.2.1	Généralités.....	74
9.2.2	Méthode A — Paramètres de rigidités de la denture c'_A et $c_{\gamma-A}$	75
9.2.3	Méthode B — Paramètres de rigidités de la denture c'_B et $c_{\gamma-B}$	75
9.3	Détermination des rigidités de denture c' et c_γ suivant la Méthode B.....	75
9.3.1	Généralités.....	75
9.3.2	Rigidité simple c'	76
9.3.3	Rigidité d'engrènement, c_γ	80
10	Paramètre de la pression de Hertz.....	80
10.1	Rayon de courbure équivalent local.....	80
10.2	Module d'élasticité réduit, E_r	81
10.3	Pression de Hertz locale, $p_{dyn,CP}$	81
10.3.1	Méthode A.....	81
10.3.2	Méthode B.....	82
10.4	Demi-largeur de contact de Hertzien, b_H	83
10.5	Partage de la charge le long de la ligne de conduite.....	83
10.5.1	Définition des points de contact, CP, sur la ligne de conduite.....	83
10.5.2	Facteur de partage de charge, X_{CP}	85
10.6	Somme des vitesses tangentielles $v_{\Sigma,CP}$	93
11	Paramètres du lubrifiant à une température donnée.....	94
11.1	Généralités.....	94
11.2	Viscosité cinématique à une température donnée, ν_θ	94
11.3	Densité du lubrifiant à une température donnée, ρ_θ	95
Annexe A (normative)	Méthodes supplémentaires pour la détermination de f_{sh} et f_{ma}.....	96
Annexe B (informative)	Guide pour évaluer le bombé et les dépouilles d'extrémité des dents d'engrenages cylindriques.....	99
Annexe C (informative)	Guide pour évaluer $K_{H\beta-C}$ pour les dents d'engrenages cylindriques bombées.....	102
Annexe D (informative)	Dérivations et notes explicatives.....	105
Annexe E (informative)	Détermination analytique de la distribution de la charge.....	109
Annexe F (informative)	Symboles généraux utilisés dans le calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale.....	132
Bibliographie.....		136

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 attirée 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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*, sous-comité SC 2, *Calcul de la capacité des engrenages*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 6336-1:2006), qui a fait l'objet d'une révision technique. Le rectificatif technique ISO 6336-1:2006/Cor.1:2008 est incorporé.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- incorporation des ISO/TS 6336-4, ISO/TS 6336-20, ISO/TS 6336-21 et ISO/TS 6336-22 dans l'Article 4 (mode de défaillance);
- mise à jour des facteurs d'application à l'Article 5;
- intégration de l'Article 10 «Paramètres de pression de Hertz»;
- intégration de l'Article 11 «Paramètres du lubrifiant à une température donnée».

Une liste de toutes les parties de la série ISO 6336 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Il convient d'adresser tout retour ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de l'utilisateur. La liste complète de ces organismes est disponible sur www.iso.org/members.html.

Introduction

L'ISO 6336 (toutes les parties) est constituée de Normes internationales, de Spécifications techniques (TS) et de Rapports techniques (TR) regroupés sous le titre général *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale* — (voir [Tableau 1](#)).

- Les Normes internationales contiennent des méthodes de calcul qui sont basées sur des pratiques largement acceptées et qui ont été validées.
- Les Spécifications techniques (TS) contiennent des méthodes de calcul qui sont toujours en cours de développement.
- Les Rapports techniques (TR) contiennent des données informatives, telles que des exemples de calculs.

Les modes opératoires spécifiés dans les parties 1 à 19 de la série ISO 6336 traitent des analyses de la fatigue pour l'évaluation de la tenue en fatigue des engrenages. Les modes opératoires décrits dans les parties 20 à 29 de la série ISO 6336 sont principalement associés au comportement tribologique du contact de surface des flancs de denture lubrifiée. Les parties 30 à 39 de la série ISO 6336 incluent des exemples de calcul. La série ISO 6336 permet d'ajouter de nouvelles parties sous des numéros appropriés, afin d'intégrer les connaissances acquises ultérieurement.

La demande de calculs normalisés conformément à la série ISO 6336 sans référence à des parties spécifiques exige d'utiliser uniquement les parties qui sont actuellement désignées comme Normes internationales (voir liste du [Tableau 1](#)). En cas de demande de calculs supplémentaires, il est nécessaire de spécifier la ou les parties concernées de la série ISO 6336. Il est nécessaire que l'utilisation d'une Spécification technique comme critère d'acceptation pour une conception spécifique fasse l'objet d'un accord préalable entre le fabricant et l'acheteur.

Tableau 1 — Parties de la série ISO 6336 (statut à la DATE DE PUBLICATION)

Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale	Norme internationale	Spécification technique	Rapport technique
<i>Partie 1: Principes de base, introduction et facteurs généraux d'influence</i>	X		
<i>Partie 2: Calcul de la tenue en fatigue à la pression de contact (écaillage)</i>	X		
<i>Partie 3: Calcul de la tenue en fatigue à la flexion en pied de dent</i>	X		
<i>Partie 4: Calcul de la capacité de charge de la rupture en flanc de dent</i>		X	
<i>Partie 5: Résistance et qualité des matériaux</i>	X		
<i>Partie 6: Calcul de la durée de vie en service sous charge variable</i>	X		
<i>Partie 20: Calcul de la capacité de charge au grippage (applicable également aux engrenages coniques et hypoïdes) — Méthode de la température éclair (remplace: ISO/TR 13989-1)</i>		X	
<i>Partie 21: Calcul de la capacité de charge au grippage (applicable également aux engrenages coniques et hypoïdes) — Méthode de la température intégrale (Remplace: ISO/TR 13989-2)</i>		X	
<i>Partie 22: Calcul de la capacité de charge aux micropiqûres (remplace: ISO/TR 15144-1)</i>		X	
<i>Partie 30: Exemples d'application de l'ISO 6336 Parties 1, 2, 3 et 5</i>			X