

---

---

**Engrenages — Calcul de la capacité de  
charge des engrenages à vis**

*Gears — Calculation of load capacity of wormgears*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO/TR 14521:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fa6397f7-e5de-4d9a-b04a-45d353040b7e/iso-tr-14521-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fa6397f7-e5de-4d9a-b04a-45d353040b7e/iso-tr-14521-2010>



**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/TR 14521:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fa6397f7-e5de-4d9a-b04a-45d353040b7e/iso-tr-14521-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fa6397f7-e5de-4d9a-b04a-45d353040b7e/iso-tr-14521-2010>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2010

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 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Symboles et terminologie</b> .....	2
4 <b>Formules pour le calcul des dimensions</b> .....	11
5 <b>Généralités</b> .....	17
6 <b>Données géométriques nécessaires pour le calcul</b> .....	23
7 <b>Forces, vitesses et paramètres pour le calcul des contraintes</b> .....	24
8 <b>Rendement et perte de puissance</b> .....	32
9 <b>Capacité de charge à l'usure</b> .....	39
10 <b>Durabilité de surface (résistance aux piqûres)</b> .....	45
11 <b>Déflexion</b> .....	47
12 <b>Résistance en pied de dent</b> .....	49
13 <b>Coefficient de sécurité en température</b> .....	53
14 <b>Détermination de la température de masse de la roue</b> .....	56
<b>Annexe A (informative) Notes concernant les paramètres physiques</b> .....	59
<b>Annexe B (informative) Méthodes de détermination des paramètres</b> .....	60
<b>Annexe C (informative) Épaisseur du film lubrifiant selon la théorie de la lubrification élasto-hydrodynamique</b> .....	65
<b>Annexe D (informative) Définitions du parcours d'usure</b> .....	67
<b>Annexe E (informative) Notes concernant le calcul de l'usure</b> .....	70
<b>Annexe F (informative) Notes concernant la résistance au pied de dent</b> .....	71
<b>Annexe G (informative) Utilisation des outils existant pour l'usinage des dents de la roue creuse</b> .....	72
<b>Annexe H (informative) Adaptation des équations pour l'engrenage de référence aux résultats de mesures spécifiques</b> .....	75
<b>Annexe I (informative) Estimation de la durée de vie des engrenages à vis avec un risque élevé de détérioration par formation de piqûres</b> .....	78
<b>Annexe J (informative) Exemples</b> .....	80
<b>Bibliographie</b> .....	91

## 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 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

Exceptionnellement, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique par exemple), il peut décider, à la majorité simple de ses membres, de publier un Rapport technique. Les Rapports techniques sont de nature purement informative et ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

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.

L'ISO/TR 14521 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*, sous-comité SC 1, *Nomenclature et engrenages à vis*.

## Introduction

Le présent Rapport technique a été élaboré pour l'évaluation et le calcul de la capacité de charge des engrenages à vis cylindriques ouverts ou fermés, et des motoréducteurs engrenages à vis comportant des arbres de sortie pleins ou creux.

Le présent Rapport technique s'applique uniquement lorsque les flancs des dentures des roues creuses sont conjugués à ceux des filets de la vis.

Les formes particulières des profils de crémaillère de la tête au pied n'affectent pas la conjugaison lorsque les fraises-mères de la vis et de la roue creuse ont les mêmes profils, de sorte que le contact entre les roues creuses et les vis est approprié et les mouvements des engrenages à vis sont uniformes.

Le présent Rapport technique peut s'appliquer aux engrenages à vis sans fin avec vis hélicoïdales cylindriques ayant les profils de filets suivants: A, C, I, N, K.

A l'exception des exigences stipulées dans les trois précédents alinéas, aucune restriction ne s'applique aux méthodes de fabrication utilisées.

Afin d'assurer une conjugaison appropriée et du fait de l'existence des nombreux profils de filets différents, il est généralement préférable que la vis et la roue creuse soient fournies par le même fabricant.

Dans le présent Rapport technique, le couple admissible d'un engrenage à vis sans fin est limité soit par la prise en compte de la contrainte de surface (désignée, pour des raisons pratiques, comme l'usure ou la formation de piqûres), ou de la contrainte de flexion (désignée comme la résistance) à la fois dans les filets de vis, et les dents de la roue creuse, de la déflexion de la vis, ou de la limitation thermique.

Par conséquent, la capacité de charge d'un couple d'engrenages est déterminée au moyen de calculs prenant en compte tous les critères décrits dans le domaine d'application et en 7.3. Le couple admissible sur la roue creuse est la plus faible des valeurs calculées.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO/TR 14521:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fa6397f7-e5de-4d9a-b04a-45d353040b7e/iso-tr-14521-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fa6397f7-e5de-4d9a-b04a-45d353040b7e/iso-tr-14521-2010>

# Engrenages — Calcul de la capacité de charge des engrenages à vis

**AVERTISSEMENT** — Une attention particulière est exigée lors de l'établissement de la géométrie des dents, particulièrement pour le profil C d'engrenage.

## 1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique définit des équations permettant de calculer la capacité de charge des engrenages à vis cylindriques et couvre les charges limites de base associées à l'usure, l'apparition de piqûres, la déflexion de la vis, la rupture des dentures et la température. Le grippage et les autres modes de défaillance ne sont pas couverts par le présent Rapport technique.

Les procédures de détermination des charges limites de base et de conception sont valables pour les vitesses de glissement sur la surface des dentures jusqu'à 25 m/s et les rapports de conduite supérieurs ou égaux à 2,1. Pour l'usure, les vitesses de glissement sur les surfaces de denture ne sont pas inférieures à 0,1 m/s.

Les règles et recommandations pour le dimensionnement, le choix des lubrifiants ou des matériaux donnés dans le présent Rapport technique s'appliquent uniquement aux entraxes de 50 mm et plus. Pour les entraxes inférieurs à 50 mm, la méthode A s'applique.

Le choix de méthodes de calcul appropriées requiert des connaissances et une certaine expérience. Le présent Rapport technique est destiné à être utilisé par des concepteurs d'engrenages expérimentés capables d'émettre des jugements avisés concernant les facteurs impliqués. Il n'est pas destiné aux ingénieurs n'ayant pas l'expérience nécessaire. Voir 5.4.

La géométrie des engrenages à vis est complexe, c'est pourquoi l'utilisateur du présent Rapport technique est amené à s'assurer qu'une géométrie de fonctionnement a été établie.

## 2 Références normatives

Les documents référencés ci-dessous sont indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document auquel il est fait référence (y compris les amendements) s'applique.

ISO 701:1998, *Notation internationale des engrenages — Symboles géométriques*

ISO 1122-2:1999, *Vocabulaire des engrenages — Partie 2: Définitions géométriques relatives aux engrenages à vis*

ISO 6336-6, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale — Partie 6: Calcul de la durée de vie en service sous charge variable*

ISO/TR 10828:1997, *Engrenages à vis cylindriques — Géométrie des profils de vis*

DIN 3974-1:1995, *Accuracy of worms and wormgears — Part 1: General bases*

DIN 3974-2:1995, *Accuracy of worms and wormgears — Part 2: Tolerances for individual errors*

### 3 Symboles et terminologie

#### 3.1 Symboles

NOTE Le cas échéant, les symboles sont conformes à l'ISO 701 et les définitions sont conformes à l'ISO 1122-2.

Tableau 1 — Symboles pour les engrenages à vis

Symbole	Description	Unité	Figure	Numéro d'équation
$a$	entraxe	mm		38/39
$a_0, a_1, a_2$	coefficients de température du bain d'huile, calculés selon la méthode C	-		160 à 166
$a_{\min}, a_{\max}$	entraxe minimum et maximum pour la sélection de l'outillage	mm		G.2/G.3
$a_T$	entraxe de l'engrenage de référence	mm		
$b_1$	longueur de vis	mm		22
$b_2$	largeur de denture de la roue telle que spécifiée dans la DIN 3975	mm		36
$b_{2H}$	largeur effective de la roue	mm	Fig. 4	
$b_{2H, \text{std}}$	largeur de la roue à vis normalisée	mm		52
$b_{2R}$	largeur de jante de la roue	mm	Fig. 4	
$b_H$	demi-largeur de contact de Hertz	mm	Fig. 19	
$c_1, c_2$	vide à fond de dent	mm		
$c_1^*, c_2^*$	coefficient de vide à fond de dent en section axiale	mm		
$c_{\text{oil}}$	chaleur spécifique de l'huile (pour le calcul de la température avec graissage par pulvérisation)	Ws/(kg.K)		170
$c_\alpha$	valeur approchée de l'exposant de pression - viscosité $\alpha$	$\text{m}^2/\text{N}$		64/66
$d_{a1}$	diamètre de tête de la vis	mm		13
$d_{a2}$	diamètre de tête de la roue creuse	mm		34
$d_{b1}$	diamètre de base de l'hélicoïde développable (pour le profil I)	mm		21
$d_{e2}$	diamètre extérieur de la roue creuse	N		35
$dF$	force transmise par un segment de la ligne de contact	mm	Fig. B.2	B.3
$dl$	longueur du segment de la ligne de contact	mm		B.1
$d_{f1}$	diamètre de pied de la vis	mm		14
$d_{f2}$	diamètre de pied de la roue creuse	mm		33
$d_{m1}$	diamètre de référence de la vis	mm	Fig. 2/5	9
$d_{m1T}$	diamètre de référence de la vis, pour l'engrenage de référence	mm		
$d_{m2}$	diamètre de référence de la roue creuse	mm	Fig. 3/5	24
$d_{m2T}$	diamètre de référence de la roue, pour l'engrenage de référence	mm		
$d_{w1}$	diamètre primitif de fonctionnement de la vis	mm		40
$d_{w2}$	diamètre primitif de fonctionnement de la roue creuse	mm		41
$e_{\text{mx}1}$	intervalle de référence des filets de la vis, en section axiale	mm	Fig. 2	16
$e_{n1}$	intervalle normal des filets de la vis, en section normale	mm		18

Tableau 1 (suite)

Symbole	Description	Unité	Figure	Numéro d'équation
$e_{m2}$	intervalle de référence des dents de la roue creuse dans le plan médian	mm		27
$f_h$	facteur de la largeur de la roue à vis pour le paramètre d'épaisseur moyenne minimale de film d'huile	-		58
$f_p$	facteur de la largeur de la roue à vis pour le paramètre de contrainte moyenne de Hertz	-		59
$h_1$	hauteur de dent de la vis	mm		10
$h_2$	hauteur de dent de la roue creuse	mm		31
$h_{am1}$	saillie de référence de la denture à vis en section axiale	mm	Fig. 5	11
$h_{am2}$	saillie de référence de la denture de la roue creuse dans le plan médian	mm	Fig. 5	29
$h_{am1}^*$	coefficient de saillie de référence de la denture à vis en section axiale	-		11
$h_{am2}^*$	coefficient de saillie de référence de la denture de la roue creuse dans le plan médian	-		29
$h_{e2}$	saillie extérieure de la denture de la roue creuse	mm		32
$h_{fm1}$	creux de référence de la denture à vis en section axiale	mm		12
$h_{fm2}$	creux de référence de la denture de la roue creuse dans le plan médian	mm		30
$h_{fm1}^*$	coefficient de creux de référence de la denture à vis en section axiale	-		
$h_{fm2}^*$	coefficient de creux de référence de la denture de la roue creuse dans le plan médian	-		30
$h_{min}$	épaisseur minimale de film lubrifiant	$\mu\text{m}$		C.1
$h_{min\ m}$	épaisseur moyenne minimale de film lubrifiant	$\mu\text{m}$		63
$h^*$	paramètre applicable à l'épaisseur moyenne minimale de film lubrifiant	-		56/57
$h_T^*$	paramètre applicable à l'épaisseur moyenne minimale de film lubrifiant de l'engrenage de référence	-		
$j_x$	jeu de battement axial	mm		
$k$	constante de lubrifiant	1/K		69/71
$k^*$	coefficient moyen de transition thermique	W/(m <sup>2</sup> ·K)		
$l_1$	espacement des paliers d'arbres de la vis	mm		
$l_{11}, l_{12}$	distance des paliers d'arbre de la vis	mm	Fig. 11	
$m_{max}$	module axial maximum pour la sélection de l'outil	mm	Fig. 11	G.4
$m_{min}$	module axial minimum pour la sélection de l'outil	mm		G.5
$m_{xhob}$	module axial pour la sélection de l'outil	mm		Annexe G
$m_n$	module réel	mm		8
$m_{x1}$	module axial	mm		2/G.1
$\Delta m$	perte de matériau	mg		
$\Delta m_{lim}$	limite de perte de matériau	mg		
$n_1$	vitesse de rotation de l'arbre de vis sans fin	min <sup>-1</sup>		
$n_2$	vitesse de rotation de la roue	min <sup>-1</sup>		
$N_s$	nombre de démarrages par heure			112

Tableau 1 (suite)

Symbole	Description	Unité	Figure	Numéro d'équation
$p_0$	pression ambiante	N/mm <sup>2</sup>		
$p_{b1}$	pas de base pour un profil en I	mm		22
$p_{Hm}$	pression de Hertz; valeur moyenne sur toute la zone de contact	N/mm <sup>2</sup>		B.7
$p_m^*$	paramètre sous dimension applicable à la pression de Hertz moyenne	-		53/54
$p_{mT}^*$	paramètre sous dimension applicable à la pression de Hertz moyenne de l'engrenage de référence	-		
$p_{n1}$	pas réel	mm		7
$p_{t2}$	pas apparent	mm		25
$p_{x1}$	pas axial	mm	Fig. 2	1
$p_{z1}$	pas hélicoïdal des filets de vis	mm		3
$q_1$	coefficient diamétral	mm		4
$q_{hob}$	coefficient diamétral pour la fraise-mère	mm		Annexe G
$r_{g2}$	rayon de gorge de la roue creuse	mm		37
$s_2$	épaisseur de référence de la denture de la roue dans le plan médian	mm		153
$s_{f2}$	épaisseur moyenne de la denture en pied de dent de la roue dans le plan médian	mm		153
$s_{ff2}$	épaisseur moyenne de la denture en pied de dent de la roue en dans le plan médian	mm		153
$s_{gB}$	longueur de glissement des flancs de vis dans la zone de contact de Hertz du flanc de roue par nombre de cycles de la roue, autour du point de contact (valeur locale)	mm		D.3/D.5
$s_{gm}$	longueur de glissement moyenne	mm		D.7
$s_{m2}$	épaisseur de denture au diamètre de référence de la roue creuse	mm	Fig. 3	26
$s_K$	épaisseur de jante	mm	Fig. 12	
$s_{Wm}$	chemin d'usure au cours de la durée de vie requise	mm		71/D.1
$s_{mx1}$	épaisseur des filets de vis en section axiale	mm	Fig. 2	15
$s_{mx1}^*$	coefficient d'épaisseur des filets de vis en section axiale	-		15
$s_{n1}$	épaisseur réelle des filets de vis en section normale	mm		17
$s^*$	paramètre applicable à la longueur de glissement moyenne	-		59/60/D.8
$s_T^*$	paramètre applicable à la longueur de glissement moyenne de l'engrenage de référence	-		
$\Delta s$	perte d'épaisseur de denture	mm		
$u$	rapport d'engrenage			42
$u_T$	rapport d'engrenage de l'engrenage de référence			
$v_1$	vitesse d'un point du flanc de la vis	m/s	Fig. B.1	62
$v_2$	vitesse d'un point du flanc d'une roue creuse	m/s	Fig. B.1	62
$v_{1n}$	composante de vitesse de la vis perpendiculaire à la ligne de contact	m/s	Fig. B.2	
$v_{2n}$	composante de vitesse de la roue perpendiculaire à la ligne de contact	m/s	Fig. B.2	

Tableau 1 (suite)

Symbole	Description	Unité	Figure	Numéro d'équation
$\vec{V}_{gB}$	vitesse de glissement au diamètre de référence dans la direction du flanc	m/s		91/92/93/E.6
$\vec{V}_g$	vitesse de glissement au diamètre de référence moyen	m/s		51
$v_\Sigma$	vitesse totale	m/s		53
$v_{\Sigma n}$	vitesse totale normale à la ligne de contact	m/s		53
$x_2$	coefficient de déport de la roue creuse	-		28
$x_{2max}$	coefficient de déport maximum de la roue creuse pour la sélection de l'outillage	-		H.3
$x_{2min}$	coefficient de déport minimum de la roue creuse pour la sélection de l'outillage	-		H.3
$z_1$	nombre de filets de la vis	-		
$z_2$	nombre de dents de la roue creuse	-		
$A$	coefficient pour la viscosité cinématique			76
$A_{ges}$	surface libre du carter d'engrenage	m <sup>2</sup>		
$A_{fl}$	surface totale de flancs de la roue creuse	mm <sup>2</sup>		131
$A_R$	surface refroidie dominante du train d'engrenages	m <sup>2</sup>		174
$B$	coefficient pour la viscosité cinématique	-		76
$c$	facteur d'immersion	-		
$E_1$	module d'élasticité de la vis	N/mm <sup>2</sup>		
$E_2$	module d'élasticité de la roue creuse	N/mm <sup>2</sup>		
$E_{red}$	module d'élasticité équivalent	N/mm <sup>2</sup>		62
$E_{steel}$	module d'élasticité de l'acier	N/mm <sup>2</sup>		62
$F_{xm1}$	force axiale exercée sur l'arbre de la vis	N		46/49
$F_{xm2}$	force axiale exercée sur la roue creuse	N		45/48
$F_{rm1}$	force radiale exercée sur l'arbre de la vis	N		47
$F_{rm2}$	force radiale exercée sur la roue creuse	N		53
$F_{tm1}$	force circonférentielle ou tangentielle exercée sur l'arbre de la vis	N		45/48
$F_{tm2}$	force circonférentielle ou tangentielle exercée sur la roue creuse	N		46/49
$dF/db$	charge spécifique	N/mm		
$J_{OT}$	intensité d'usure de référence	-	Fig. 10	111 à 121
$J_W$	intensité d'usure	-		110
$K_n$	facteur de vitesse de rotation / température de masse de la roue	-		177
$K_{H\alpha}$	facteur de distribution de la charge transversale	-		
$K_{H\beta}$	facteur de distribution de la charge longitudinale	-		
$K_S$	facteur de dimension / température de masse de la roue	-		179
$K_A$	facteur d'application	-		
$K_v$	facteur dynamique	-		
$K_W$	paramètre d'épaisseur de film lubrifiant	-		122
$K_v$	facteur de viscosité / température de masse de la roue	-		178
$L_h$	durée de vie	h		

Tableau 1 (suite)

Symbole	Description	Unité	Figure	Numéro d'équation
$N_L$	nombre de cycles de contrainte sur la roue creuse	-		73
$P_1$	puissance d'entrée sur l'arbre de vis sans fin	W		
$P_2$	puissance de sortie sur l'arbre de la roue creuse	W		
$P_K$	capacité de réfrigération de l'huile avec graissage par pulvérisation	W		169
$P_V$	perte de puissance totale de l'engrenage à vis	W		80
$P_{VO}$	perte de puissance à vide	W		80/81/H.1
$P_{Vz1-2}$	perte de puissance d'engrènement en réducteur	W		104
$P_{Vz2-1}$	perte de puissance d'engrènement en multiplicateur	W		106
$P_{VD}$	perte de la puissance dans les joints d'étanchéité	W		86/87
$P_{VLP}$	perte de puissance dans les paliers due à la charge	W		82 à 85
$Q_{oil}$	débit de pulvérisation	m <sup>3</sup> /s		
$Ra_1$	rugosité moyenne arithmétique	µm		
$Ra_T$	rugosité moyenne arithmétique pour l'engrenage de référence	µm		80
$Rz_1$	profondeur de rugosité moyenne	µm		
$S_F$	coefficient de sécurité pour la rupture de denture	-		148
$S_{F\min}$	coefficient de sécurité minimum pour la rupture de denture	-		149
$S_H$	coefficient de sécurité pour la formation de piqûres	-		133
$S_T$	coefficient de sécurité pour la température	-		157/167
$S_{T\min}$	coefficient de sécurité pour la température minimum	-		158/168
$S_W$	coefficient de sécurité à l'usure	-		107
$S_{W\min}$	coefficient de sécurité à l'usure minimum	-		108
$S_\delta$	coefficient de sécurité à la déflexion	-		143
$S_{\delta\lim}$	limite du coefficient de sécurité à la déflexion	-		144
$T_1$	couple d'entraînement de l'arbre de la vis	Nm		43
$T_{1N}$	couple d'entraînement nominal de l'arbre de la vis	Nm		43
$T_2$	couple de sortie de la roue creuse	Nm		44/B.4/B.5
$T_{2N}$	couple de sortie nominal de la roue creuse	Nm		44
$W_H$	facteur pression	-		126/127
$W_{ML}$	matériau - facteur lubrifiant	-		
$W_{NS}$	facteur de démarrage	-		125
$W_S$	facteur de structure de lubrifiant	-		123/124
$Y_F$	facteur de forme / rupture de denture	-		151/152
$Y_G$	facteur de géométrie / coefficient de frottement	-		101/102
$Y_K$	facteur d'épaisseur de jante / rupture de denture	-		155
$Y_{NL}$	facteur de durée/ rupture de denture	-	Fig. 13a/b	Tableau 11
$Y_R$	facteur de rugosité / coefficient de frottement	-		103/104
$Y_S$	facteur de dimension / coefficient de frottement	-		99/100
$Y_W$	facteur de matériau/ coefficient de frottement	-		
$Y_\epsilon$	facteur de conduite / rupture de denture	-		151

Tableau 1 (suite)

Symbole	Description	Unité	Figure	Numéro d'équation
$Y_\gamma$	facteur d'inclinaison d'hélice / rupture de denture	-		154
$Z_h$	facteur de durée / piqûres	-		136
$Z_{oil}$	facteur de lubrifiant / piqûres	-		142
$Z_S$	facteur de dimension / piqûres	-		138/139
$Z_u$	facteur de rapport d'engrenage	-		141/142
$Z_v$	facteur de vitesse / piqûres	-		137
$\alpha$	facteur de pression - viscosité	$m^2/N$		
$\alpha_{ot}$	angle de pression axial pour le profil A	°		
$\alpha_L$	coefficient de transition thermique pour les dentures de roue immergées	$W/(m^2K)$		175
$\alpha_n$	angle de pression normal	°		19
$\beta_{m1}$	angle de l'hélice de référence de la vis	°		6
$\gamma_{m1}$	angle d'inclinaison de l'hélice de référence de la vis	°		5
$\gamma_{b1}$	angle d'inclinaison de l'hélice de base du filet de vis (pour le profil I)	°		19
$\delta_{lim}$	valeur limite de déflexion	mm		147
$\delta_m$	déflexion subie	mm		145/146
$\delta_{Wn}$	perte d'épaisseur de flanc de la roue par usure abrasive dans la section normale	mm		109
$\delta_{W\ lim}$	valeur limite de la perte d'épaisseur de flanc	mm		132
$\delta_{W\ lim\ n}$	valeur limite de la perte d'épaisseur de flanc en section normale	mm		128 à 130
$\eta_{ges}$	rendement total en réducteur	-		77
$\eta'_{ges}$	rendement total en multiplicateur	-		78
$\eta_{z1-2}$	rendement d'engrenage en réducteur	-		88
$\eta_{z2-1}$	rendement d'engrenage en multiplicateur	-		89
$\eta_{0M}$	viscosité dynamique du lubrifiant à la pression ambiante et à la température de masse de la roue creuse	$Ns/m^2$		67
$\theta$	température	°C		
$\Delta\theta$	différence de température entre la température totale du carter d'huile et de la roue creuse	°C		173
$\theta_{in}$	température d'entrée de l'huile	°C		
$\theta_{out}$	température de sortie de l'huile	°C		
$\theta_0$	température ambiante	°C		
$\theta_{oil}$	température de pulvérisation	°C		
$\Delta\theta_{oil}$	différence de température d'huile entre l'entrée et la sortie du système de refroidissement	°C		171
$\theta_M$	température de masse de la roue	°C		172/176
$\theta_S$	température du bain d'huile	°C		159/161
$\theta_{S\ lim}$	valeur limite de la température du bain d'huile	°C		

Tableau 1 (suite)

Symbole	Description	Unité	Figure	Numéro d'équation
$\mu_{0T}$	coefficient de frottement de base	-		91 à 93
$\mu_{zm}$	coefficient de frottement moyen de la denture	-		90
$\nu_1$	coefficient de Poisson de la vis	-		
$\nu_2$	coefficient de Poisson de la roue creuse	-		
$\nu_\theta$	viscosité cinématique à la température de l'huile $\theta$	mm <sup>2</sup> /s		74
$\nu_{40}$	viscosité cinématique à 40 °C	mm <sup>2</sup> /s		74
$\nu_{100}$	viscosité cinématique à 100 °C	mm <sup>2</sup> /s		
$\nu_M$	viscosité cinématique à la température totale	mm <sup>2</sup> /s		67
$\rho$	rayon de courbure du profil de la meule de génération pour le profil C	mm		
$\rho_{oil}$	densité du lubrifiant	kg/dm <sup>3</sup>		
$\rho_{oil15}$	densité du lubrifiant à 15 °C	kg/dm <sup>3</sup>		68
$\rho_{oilM}$	densité du lubrifiant à la température totale	kg/dm <sup>3</sup>		67
$\rho_{red}$	rayon de courbure équivalent	mm		B.2
$\rho_z$	angle de frottement du coefficient de frottement de la denture	°		
$\rho_{Rad}$	densité du matériau de la roue	mg/mm <sup>3</sup>		
$\Delta_s \text{ lim}$	perte d'épaisseur admissible	mm		129
$\sigma_{H \text{ lim } T}$	contrainte admissible aux piqûres	N/mm <sup>2</sup>		
$\sigma_H$	contrainte de contact	N/mm <sup>2</sup>		135
$\sigma_{Hm}$	contrainte de contact moyenne	N/mm <sup>2</sup>		61
$\sigma_{HG}$	valeur limite de la contrainte de contact moyenne	N/mm <sup>2</sup>		135
$\tau_F$	contrainte de cisaillement en pied de dent	N/mm <sup>2</sup>		150
$\tau_{F \text{ lim } T}$	contrainte de cisaillement admissible en pied de dent	N/mm <sup>2</sup>		
$\tau_{FG}$	valeur limite de la contrainte de cisaillement au pied de dent	N/mm <sup>2</sup>		156
$\omega_2$	vitesse angulaire	s <sup>-1</sup>		

### 3.2 Critères d'évaluation de la capacité de charge des engrenages à vis

La capacité de charge d'un engrenage à vis correspond au couple (ou à la puissance) qui peut être transmis(e) sans rupture de denture ou détérioration excessive des flancs actifs de la denture au cours du cycle de vie théorique de l'engrenage.

Les conditions suivantes peuvent limiter la capacité de charge nominale:

- **usure:** la détérioration se produit généralement sur les flancs actifs des roues creuses en bronze et est également influencée par le nombre de démarrages par heure,
- **formation de piqûres:** cette forme de détérioration peut apparaître sur les flancs des dentures des roues creuses. Son développement est fortement influencé par la charge transmise et les conditions de répartition de la charge,

- **rupture de denture:** la rupture par cisaillement de la denture d'une roue creuse ou des filets de la vis peut se produire au moment de l'amincissement de la denture du fait de l'usure ou du fait d'une surcharge,
- **rupture du filet de vis et de l'arbre de vis sans fin:** la rupture de l'arbre peut se produire du fait d'une rupture par fatigue en flexion ou du fait d'une surcharge,
- **déflexion de l'arbre de vis sans fin:** déformation excessive sous une charge modifiant la marque de portée entre la vis et la roue creuse,
- **grippage:** cette forme de détérioration se produit souvent de manière soudaine. Elle est fortement influencée par la charge transmise, les vitesses de glissement et les conditions de lubrification,
- **température de service:** lorsqu'elle est excessivement élevée, la température de service entraîne une dégradation accélérée du lubrifiant de l'engrenage à vis,
- **type de limitations des caractéristiques nominales des engrenages à vis:** le Tableau 2 montre la relation entre les différentes formes de limites de capacité combinées à la vitesse et au couple.

Lorsque les nombreux facteurs d'influence tels que les propriétés des matériaux, les conditions d'engrènement (par exemple marque de portée sous charge), la lubrification, etc. sont pris en considération, il est évident que les valeurs de pression hertzienne le long des lignes de contact sont extrêmement significatives.

Les différents critères d'évaluation de la capacité de charge sont calculés de manière indépendante et non en combinaison (voir Figure 1). Pour un engrenage à vis donné, la zone de contact peut varier en fonction de la charge. A charge constante, des piqûres de fatigue peuvent se développer puis se réduire ultérieurement sous l'action de l'usure. Ce phénomène peut être suivi d'une dégradation par piqûres, d'une usure supplémentaire ou d'une stabilisation.

ISO/TR 14521:2010

Les facteurs les plus significatifs de la détérioration des dentures d'engrenage sont indiqués dans la première colonne du Tableau 2.

45d353040b7e/iso-tr-14521-2010

La capacité de charge des engrenages à vis est déterminée au moyen de calculs traitant des contraintes admissibles pour les piqûres et l'usure, des déflexions de la vis, des arbres et de la température. Le couple admissible doit être déterminé à partir de la plus faible des valeurs calculées.

**Tableau 2 — Facteurs les plus significatifs: mode de défaillance selon les facteurs d'influence**

Facteurs d'influence	Modes de défaillance					
	Usure	Piqûres	Rupture de denture	Arbre de vis sans fin Déflexion	Grippage	Rendement faible
Pression hertzienne	x	x	x	x	x	x
Vitesse de la vis	x	x			x	x
Épaisseur du film d'huile	x	x			x	x
Huile	x	x			x	x
Marque de portée	x	x	x		x	x
Rugosité de surface de la vis	x	x			x	x
Valeur de cisaillement			x			