
Engrenages — Méthodes d'essai FZG —

Partie 3:

**Méthode FZG A/2,8/50 pour évaluer la
capacité de charge au grippage et les
caractéristiques d'usure des graisses
d'engrenages semi-fluides**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Gears — FZG test procedures —

*Part 3: FZG test method A/2,8/50 for relative scuffing load-carrying
capacity and wear characteristics of semifluid gear greases*

ISO 14635-3:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-be3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005>



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 14635-3:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-be3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-be3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005>

© ISO 2005

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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Aperçu de la méthode	4
4.1 Généralités	4
4.2 Fidélité	4
5 Matériel d'essai	5
5.1 Engrenages d'essai	5
5.2 Fluide de nettoyage	5
6 Appareillage	6
6.1 Banc d'essai FZG à engrenages cylindriques à denture droite	6
6.2 Appareil de chauffage	7
6.3 Compte-tours (totalisateur)	7
6.4 Balance	7
7 Préparation de l'appareil	8
8 Mode opératoire d'essai	9
9 Consignation des résultats	10
Annexe A (informative) Modèle de rapport d'essai	12
Annexe B (informative) Mode opératoire d'essai supplémentaire pour l'enquête sur les caractéristiques d'usure étendues du lubrifiant	13
Annexe C (informative) Liste de contrôle pour la maintenance du banc d'essai d'engrenages FZG	14
Bibliographie	19

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.

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 14635-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*, sous-comité SC 2, *Calcul de la capacité des engrenages*.

L'ISO 14635 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Engrenages — Méthodes d'essai FZG*:

- *Partie 1: Méthode FZG A/8,3/90 pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles*
- *Partie 2: Méthode FZG A10/16, 6R/120 à paliers de charge pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles à valeurs EP élevées*
- *Partie 3: Méthode FZG A/2,8/50 pour évaluer la capacité de charge au grippage et les caractéristiques d'usure des graisses d'engrenages semi-fluides*

Introduction

Les types de détérioration d'engrenages qui peuvent être influencés par le lubrifiant utilisé sont le grippage, l'usure à faible vitesse et les phénomènes de fatigue de surface d'engrenages connus sous les noms de micropiqûres et de piqûres. Dans le processus de conception des engrenages, ces types de détériorations sont pris en considération par l'utilisation de lubrifiants spécifiques et l'utilisation de valeurs caractéristiques relatives au service. Afin de fournir une estimation raisonnable des performances en service, des méthodes d'essai adéquates de lubrifiants sont nécessaires. Les méthodes d'essai FZG décrites dans l'ISO 14635-1, l'ISO 14635-2 et l'ISO 14635-3 peuvent être utilisées comme outils pour la détermination de la performance au grippage des lubrifiants. Des valeurs caractéristiques peuvent être introduites dans le calcul de la capacité de charge des engrenages. L'ISO 14635-1, méthode d'essai FZG A/8,3/90 pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles, est utilisée pour des applications dans les engrenages industriels et marins. L'ISO 14635-2, méthode FZG A10/16, 6R/120 à paliers de charge, porte sur l'évaluation de la capacité de charge au grippage des huiles aux propriétés EP (extrême pression) élevées, comme celles utilisées, par exemple pour la lubrification de composants de lignes de transmission automobile, comme les transmissions manuelles. L'ISO 14635-3, méthode d'essai FZG A/2,8/50 décrit la procédure d'essai pour la détermination de la capacité de charge au grippage et des caractéristiques d'usure des graisses semi-fluides utilisées pour des engrenages sous carter. D'autres méthodes d'essai FZG pour la détermination de l'usure à basse vitesse, de la capacité de charge aux micropiqûres et aux piqûres sont en cours de considération en normalisation. Elles pourront être ajoutées plus tard à l'ISO 14635 sous forme de parties additionnelles.

Les responsables de la compilation de la présente méthode supposent que toute personne utilisant la méthode est parfaitement entraînée et familiarisée avec toutes les pratiques normales d'atelier et de laboratoire, ou qu'elle opère sous la surveillance directe d'une telle personne. L'opérateur est responsable de la conformité à toutes les exigences législatives et réglementaires locales.

[ISO 14635-3:2005](#)

Lorsque le banc d'essai est en marche, il y a des arbres longs chargés et des engrenages d'essai soumis à des contraintes élevées, qui tournent à grande vitesse, il faut donc prendre les précautions nécessaires pour protéger le personnel. Il est nécessaire de prendre des mesures de protection contre le bruit.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14635-3:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-be3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-be3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005>

Engrenages — Méthodes d'essai FZG —

Partie 3:

Méthode FZG A/2,8/50 pour évaluer la capacité de charge au grippage et les caractéristiques d'usure des graisses d'engrenages semi-fluides

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14635 spécifie une méthode d'essai fondée sur une machine d'essai FZG ¹⁾ à configuration quadrilatère ayant pour but de déterminer la capacité de charge relative de graisses d'engrenages semi-fluides, définie par une détérioration superficielle de l'engrenage appelée grippage.

La présente méthode d'essai est utile pour évaluer la capacité de charge potentielle au grippage des graisses d'engrenages semi-fluides 0 à 000 de classes NLGI généralement utilisées pour des boîtes d'entraînement par engrenages soumis à de fortes contraintes. Elle peut s'appliquer seulement aux graisses qui permettent un débit de lubrifiant suffisant dans le réducteur d'essai de la machine d'essai FZG.

NOTE La présente méthode est techniquement équivalente à la DIN Fachbericht 74 ^[17].

2 Références normatives

[ISO 14635-3:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-bc3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005)

[iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-bc3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64dbfbee-ae44-418c-bc3f-a323ca7a53e9/iso-14635-3-2005)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 1328-1, *Engrenages cylindriques — Système ISO de précision — Partie 1: Définitions et valeurs admissibles des écarts pour les flancs homologues de la denture*

ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 4964, *Acier — Conversions de dureté*

ISO 5725-2, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 14635-1, *Engrenages — Méthode d'essai FZG — Partie 1: Méthode d'essai FZG A/8,3/90 pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles*

ASTM D 235, *Specification for mineral spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)*

DIN 51818, *Lubricants — Consistency classification of lubricating greases — NLGI grades*

1) FZG = Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebbau, Technische Universität München (Institut de recherche sur les engrenages et les transmissions à l'Université technique de Munich), Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching, Allemagne.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 grippage

forme particulièrement grave de détérioration de la surface des dents d'engrenages au cours de laquelle des arrachements et des soudures apparaissent simultanément sur des zones de surface des dents, en raison de l'insuffisance ou de la rupture d'un film lubrifiant entre les flancs de contact des roues conjuguées, généralement due à la combinaison d'une température et d'une pression élevées et à d'autres facteurs

NOTE 1 Le grippage est plus probable lorsque les vitesses superficielles sont élevées. Le grippage peut également se produire à des vitesses de glissement relativement faibles, lorsque les pressions superficielles des dents sont suffisamment élevées d'une manière générale, ou en raison d'une géométrie de surface et d'une charge non uniformes dans des zones localisées.

NOTE 2 Il convient de faire attention à ce que le grippage n'apparaisse pas et que le polissage s'effectue bien avant la fin du temps de fonctionnement aux paliers de charge les plus élevés.

3.2 usure

enlèvement continu de matière se produisant quand deux surfaces roulent et glissent l'une contre l'autre

3.3 capacité de charge au grippage

⟨d'un lubrifiant⟩ charge maximale que peut supporter le lubrifiant sans détérioration de la surface des dents d'engrenage sous un ensemble de conditions préétablies

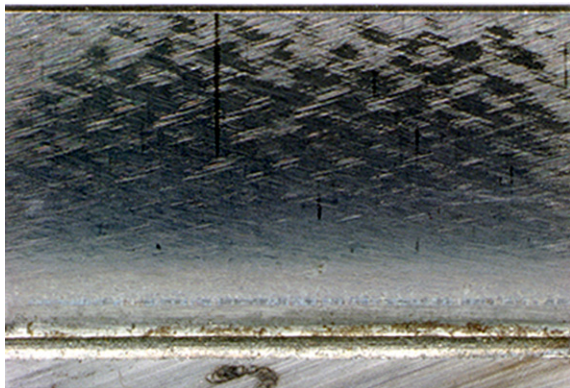
3.4 méthode d'essai FZG A/2,8/50

condition d'essai où la lettre A correspond à la géométrie particulière des dentures de l'engrenage testé, conformément au Tableau 1; 2,8 est la vitesse au niveau du cercle primitif, en mètres par seconde (m/s); et 50 est la température initiale du lubrifiant, en degrés Celsius, à partir du 4^e palier de charge et dans le carter d'huile

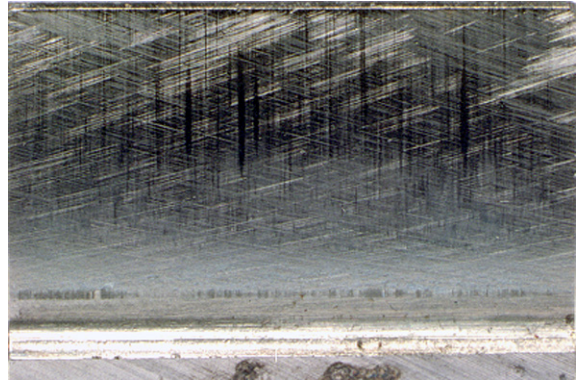
3.5 palier de détérioration

palier de charge où la somme totale des largeurs des zones endommagées sur tous les flancs des 16 dents du pignon est supérieure à une largeur de dent, c'est-à-dire 20 mm

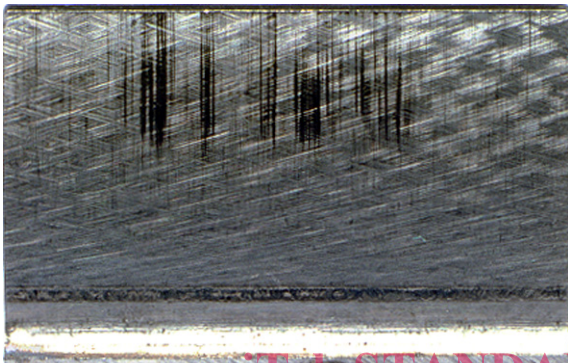
NOTE Des exemples de détérioration sont donnés à la Figure 1. Des exemples de modification de flanc de dent due à l'usure continue sont donnés à la Figure 2. L'usure n'est pas un critère de défaillance dans cet essai.



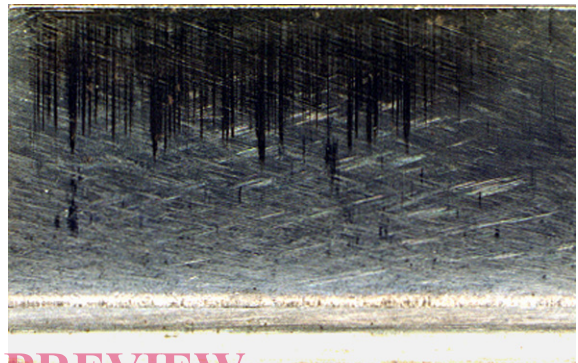
a) Aucune trace de détérioration



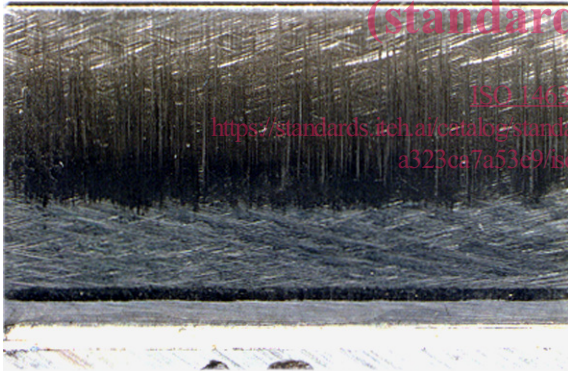
b) Aucune trace de détérioration



c) Traces de détérioration d'environ 5 mm



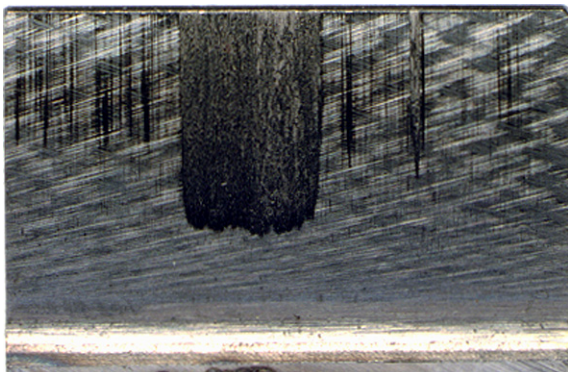
d) Traces de détérioration d'environ 15 mm



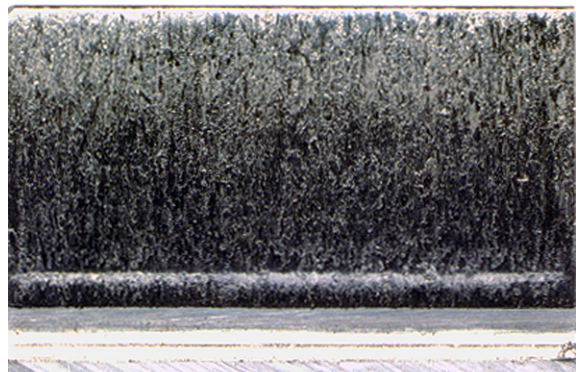
e) Traces de détérioration de 20 mm



f) Traces de détérioration d'environ 2 mm



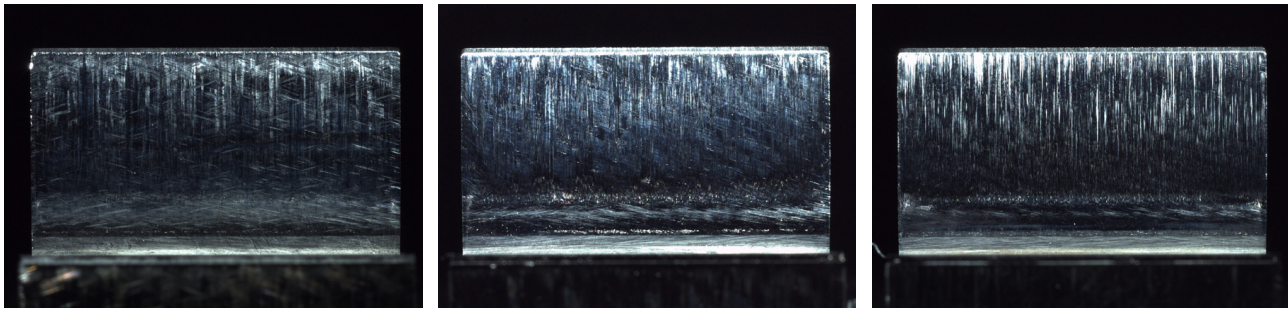
g) Traces de détérioration d'environ 6 mm



h) Traces de détérioration de 20 mm

NOTE Cette figure décrit les changements types de la surface des flancs du pignon qui se produisent au cours des essais FZG. Ces changements de l'état de surface (rectification croisée) peuvent être décrits par leur aspect physique. Un seul et même type de détérioration du flanc peut être décrit par ailleurs en utilisant une terminologie différente (par exemple «grippage», «griffure» et «usure sévère»). Afin d'éviter une mauvaise interprétation des modifications des flancs du pignon qui se produisent durant l'essai, des exemples types de «aucune détérioration» et «détérioration» sont donnés.

Figure 1 — Évolution de l'état de surface des dents FZG type A (détérioration de flancs)



a) Usure légère

b) Usure moyenne

c) Usure sévère

Figure 2 — Évolution de l'état de surface des dents FZG type A suite à une usure continue

4 Aperçu de la méthode

4.1 Généralités

Un ensemble de roues dentées d'essai tel que défini dans l'Article 5, Tableaux 1 et 2, pesé à 0,001 g près avant l'essai, fonctionne à vitesse constante avec le lubrifiant à essayer, pendant un nombre déterminé de tours, sous une lubrification par barbotage. La charge sur les dents est augmentée par paliers, comme indiqué dans le Tableau 3. À partir du 5^e palier de charge, la température initiale du lubrifiant est contrôlée entre (50 ± 3) °C. La température augmente librement au cours de la période d'essai à un palier donné. Après le 4^e palier de charge, la masse perdue de l'ensemble de roues dentées est déterminée à 0,001 g près et les flancs du pignon sont inspectés pour les détériorations de surface. Pour chaque palier de charge consécutif, les flancs du pignon sont inspectés pour les détériorations de surface à la fin de chaque palier de charge et les changements d'aspect des dents sont notés. Un essai est terminé lorsqu'une détérioration est constatée ou lorsque le 12^e palier de charge est atteint sans dégradation excédant le critère de défaillance. Si le 12^e palier de charge est atteint sans dégradation excédant le critère de défaillance, la perte de masse de l'ensemble de roues dentées est déterminée à 0,001 g près.

4.2 Fidélité

Les valeurs de répétabilité, r , et de reproductibilité R , comme défini dans l'ISO 5725-2, ne sont pas valides pour la présente méthode. Cependant, on suggère grâce à l'expérience que des méthodes similaires (voir l'ISO 14635-1) sont vraisemblablement représentatives. Les valeurs pour l'ISO 14635-1 sont indiquées ci-après:

$r = 1$ palier de charge;

$R = 2$ paliers de charge.

NOTE Les résultats relatifs à la fidélité indiqués ci-dessus s'appliquent pour des paliers de détérioration compris entre 5 et 12 inclus.

5 Matériel d'essai

5.1 Engrenages d'essai

Un couple d'engrenages de type «A», dont la spécification est conforme aux Tableaux 1 et 2, doit être utilisé pour les essais. Chaque paire de roues dentées d'essai peut être utilisée deux fois pour les essais, en utilisant les deux flancs comme flancs actifs.

5.2 Fluide de nettoyage

Du white-spirit conforme à l'ASTM D 235 doit être utilisé.

Tableau 1 — Caractéristiques des roues dentées d'essai FZG type A

Dimension		Symbole	Valeur numérique	Unité
Entraxe		a	91,5	mm
Largeur utile de denture		b	20	mm
Diamètre du cercle primitif de fonctionnement	pignon	d_{w1}	73,2	mm
	roue	d_{w2}	109,8	mm
Diamètre du cercle de tête	pignon	d_{a1}	88,77	mm
	roue	d_{a2}	112,5	mm
Module		m	4,5	mm
Nombre de dents	pignon	z_1	16	
	roue	z_2	24	
Coefficient de déport	roue	x_1	0,853 2	
	pignon	x_2	-0,50	
Angle de pression		α	20	degrés
Angle de pression de fonctionnement		α_w	22,5	degrés
Vitesse circonférentielle au cercle primitif		v_w	2,8	m/s
Segment de conduite	pignon	e_{a1}	14,7	mm
	roue	e_{a2}	3,3	mm
Vitesse de glissement au niveau du sommet de dent	pignon	v_{ga1}	1,85	m/s
	roue	v_{ga2}	0,42	m/s
Glissement spécifique au niveau du sommet de dent	pignon	ξ_{E1}	1,86	
	roue	ξ_{A2}	0,34	
Glissement spécifique au niveau du pied de dent	pignon	ξ_{A1}	-0,52	
	roue	ξ_{E2}	-5,96	
Pression de contact de Hertz		p_c	$14,7 \sqrt{F_{nt}^a}$	N/mm ²

^a F_{nt} = effort normal sur la dent, en newtons (voir Tableau 3).