
Engrenages — Méthodes d'essai FZG —

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Gears — FZG test procedures —

Part 2: FZG step load test A10/16, 6R/120 for relative scuffing load-carrying capacity of high EP oils

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6cca78ff-b0df-46c2-b6ca-ef80e6adebf0/iso-14635-2-2004>



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 14635-2:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6eca78ff-b0df-46c2-b6ca-ef80e6adebf0/iso-14635-2-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6eca78ff-b0df-46c2-b6ca-ef80e6adebf0/iso-14635-2-2004>

© ISO 2004

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 Critère de détérioration	2
5 Aperçu de la méthode	4
5.1 Généralités	4
5.2 Fidélité	4
6 Matériels d'essai	4
6.1 Engrenages d'essai	4
6.2 Fluide de nettoyage	4
7 Appareillage	6
7.1 Banc d'essai FZG à engrenages cylindriques à denture droite	6
7.2 Appareil de chauffage	8
7.3 Compte-tours	8
7.4 Balance	8
8 Préparation de l'appareil	8
9 Mode opératoire d'essai	8
10 Consignation des résultats	10
Annexe A (informative) Évolution des faces de denture des engrenages FZG type A10 (détériorations des flancs)	11
Annexe B (informative) Modèle de rapport d'essai FZG	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 14635-2 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*

La partie 3, *Méthode A/2, 8/50 pour graisses d'engrenages semi-fluides*, est en préparation.

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 choisir ces valeurs d'une manière précise correspondant bien à l'utilisation, des méthodes d'essai adéquates de lubrifiants sont nécessaires. Les méthodes d'essai FZG spécifiées dans la présente partie et les autres parties de l'ISO 14635 peuvent servir d'outils pour la détermination des valeurs caractéristiques des lubrifiants devant être introduites dans le calcul de la capacité de charge des engrenages.

La méthode d'essai FZG A/8,3/90 pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles décrite dans l'ISO 14635-1 est surtout utilisée pour des applications dans les engrenages industriels et marins. La présente partie de l'ISO 14635 porte sur l'évaluation de la capacité de charge au grippage des huiles aux propriétés EP (extrême pression) très élevées, comme celles utilisées pour la lubrification de composants de lignes de transmission automobile. 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 déjà à un stade de développement avancé. Elles pourront être ajoutées plus tard à l'ISO 14635 sous forme de parties additionnelles.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14635-2:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6eca78ff-b0df-46c2-b6ca-ef80e6adebf0/iso-14635-2-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6eca78ff-b0df-46c2-b6ca-ef80e6adebf0/iso-14635-2-2004>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14635-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6eca78ff-b0df-46c2-b6ca-ef80e6adebf0/iso-14635-2-2004>

Engrenages — Méthodes d'essai FZG —

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14635 spécifie une méthode d'essai fondée sur une machine d'essai FZG¹⁾ à configuration quadrilatère ayant pour but de déterminer la capacité de charge relative d'huiles lubrifiantes pour valeurs EP élevées, définie par une détérioration superficielle de l'engrenage appelée grippage. Cette méthode d'essai est utile pour évaluer la capacité de charge potentielle au grippage des huiles utilisées pour des engrenages cylindriques soumis à de fortes contraintes qu'on trouve dans beaucoup d'applications mobiles ou stationnaires. Elle ne convient pas pour déterminer la capacité de charge potentielle au grippage des huiles utilisées dans des applications à engrenages coniques ou hypoïdes, pour lesquelles il existe au niveau industriel d'autres méthodes.

NOTE La présente méthode est techniquement équivalente à la norme CEC L-84-02.

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2 Références normatives

ISO 14635-2:2004

Les documents de références 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, *Aciers — 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 FZG A/8,3/90 pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles*

ASTM D 235, *Standard Specification for Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)*

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'engrenage au cours de laquelle des arrachements et des soudures apparaissent simultanément sur des zones de surface des dents, en raison de l'absence ou de la rupture d'un film lubrifiant entre les flancs de contact des roues conjuguées, généralement due à une température et à une pression élevées

NOTE Le grippage est plus probable lorsque les vitesses superficielles sont élevées. Il 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

3.2 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

NOTE Elle est le palier de charge minimal auquel le critère de détérioration défini à l'Article 4 est atteint. Voir Tableau 1.

3.3 conditions d'essai FZG A10/16,6R/120
conditions d'essai où A10 correspond à une géométrie particulière des dentures de l'engrenage testé, conformément aux Tableaux 2 et 3; 16,6 est la vitesse au niveau du cercle primitif, en mètres par seconde; R indique un sens de rotation inversé (c'est la roue qui entraîne le pignon) et 120 est la température initiale de l'huile, en degrés Celsius, à partir du 4^e palier de charge dans le carter d'huile

3.4 palier de détérioration <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6eca78ff-b0df-46c2-b6ca-106652000000/iso-14635-2-2004>
palier atteint lorsque la somme des détériorations des 16 dents du pignon dépasse 100 mm²

NOTE Voir Article 4 et Tableau 1.

3.5 huiles à valeurs EP élevées
lubrifiants contenant des additifs chimiques appropriés visant à améliorer leur capacité de charge au grippage

NOTE 1 EP = extrême pression.

NOTE 2 De telles huiles dépassent généralement les limites de l'essai FZG définies dans l'ISO 14635-1.

4 Critère de détérioration

Le risque de grippage varie en fonction des caractéristiques des matériaux des roues dentées, du lubrifiant utilisé, de la rugosité de surface des flancs, des vitesses de glissement et de la charge. Les conséquences d'un grippage des engrenages comportent une tendance à provoquer des niveaux de charge dynamique élevés, dus à une augmentation des vibrations, ce qui conduit habituellement à des dommages ultérieurs par grippage, piqûre ou rupture de dent.

Compte tenu de la conception particulière des engrenages et des essais de charge utilisés, il en résulte typiquement une zone d'interférence à l'extrémité du pignon et au fond de la roue conjuguée. La zone est d'environ 1 mm sur la longueur (direction de profil) du pignon et sur la totalité de la largeur de denture. Des exemples de niveaux divers de détresse arrivant avec cet essai sont montrés dans l'Annexe A. L'effet de la surface de détresse dans ces deux régions est adressé comme suit.

a) Dans le but de l'évaluation visuelle du grippage, la zone située à 1 mm de l'extrémité du pignon n'est comprise dans l'évaluation que lorsque la détérioration s'étend au-delà de ce niveau. La zone de

détérioration est alors définie comme la surface totale grippée sur les 16 dents du pignon (voir Figure 1). Le palier de détérioration est atteint quand la somme des détériorations des 16 dents du pignon dépasse 100 mm².

- b) Pour que l'essai puisse être validé, la roue doit être contrôlée visuellement après chaque palier sans grippage afin de s'assurer de l'absence de traces d'usure excessive pouvant altérer le résultat. S'il y a une usure évidente dans le creux de la roue, l'engrenage doit alors être pesé au milligramme près (0,001 g) [voir Annexe A, d)]. L'essai est considéré comme valable uniquement si la masse perdue par la roue est ≤ 20 mg; si la masse perdue de la roue dépasse 20 mg, l'essai n'est alors pas valide.

Voir Tableau 1.

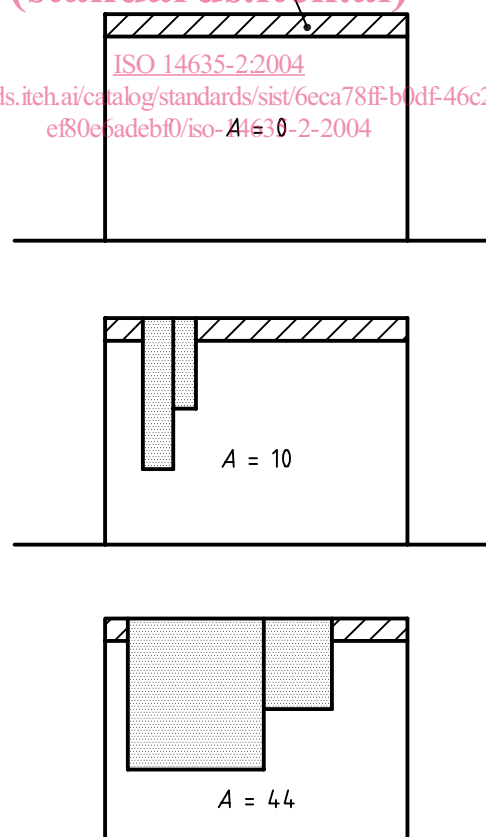
Tableau 1 — Critère d'essai

Zone de détérioration du pignon A mm ²	Usure de la roue Δm mg	Résultat
≤ 100	≤ 20	SATISFAISANT
≤ 100	> 20	NON VALABLE ^a
> 100	Pas requise	NON SATISFAISANT

^a Aucune indication concernant la capacité de charge au grippage n'est possible.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 14635-2:2004
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6eca78ff-b0df-46c2-b6ca-ef80e5adebf0/iso-14635-2-2004>

Zones en millimètres carrés



Légende

- 1 zone d'exclusion (1 mm)

Figure 1 — Schéma d'évaluation de détresse du pignon

5 Aperçu de la méthode

5.1 Généralités

Un ensemble de roues dentées d'essai, tel que défini dans les Tableaux 2 et 3, 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 4. À partir du 4^e palier de charge, la température initiale de l'huile est contrôlée pour que sa température se situe entre 117 °C et 123 °C. La température augmente librement au cours de la période d'essai de chaque palier donné. Après le 5^e palier de charge, 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 10^e palier de charge est atteint sans dégradation excédant le critère de défaillance.

L'opérateur est responsable de la conformité à toutes les exigences législatives et réglementaires locales.

NOTE 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.

AVERTISSEMENT — 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, et il faut prendre les précautions nécessaires pour protéger le personnel.

Il est également nécessaire de prendre des précautions contre le bruit.

5.2 Fidélité

La fidélité de la méthode a été évaluée conformément à l'ISO 5725-2 avec deux huiles de référence. Les paliers de détérioration de ces huiles s'échelonnent entre 5 et 10 inclus.

Les valeurs de répétabilité, r , et de reproductibilité, R , comme définies dans l'ISO 5725-2, applicables à la présente méthode, sont les suivantes:

$r = 1$ palier de charge;

$R = 2$ paliers de charges.

6 Matériels d'essai

6.1 Engrenages d'essai

Un couple d'engrenages de type «A10», dont la spécification est conforme aux Tableaux 2 et 3, 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.

6.2 Fluide de nettoyage

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

Tableau 2 — Caractéristique des engrenages d'essai FZG type A10

Dimension		Symbole	Valeur numérique	Unité
Entraxe		a	91,5	mm
Largeur utile de denture	pignon	b_1	10	mm
	roue	b_2	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	16,6	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}	11,16	m/s
	roue	v_{ga2}	2,50	m/s
Glissement spécifique au niveau du sommet de dent	pignon	ξ_{E1}	0,86	
	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	$20,8 \sqrt{F_{nt}^a}$	N/mm ²

^a F_{nt} = effort normal sur la dent, en newtons (voir Tableau 4).