



**Norme
internationale**

ISO 13511

**Produits pétroliers et lubrifiants —
Propriétés rhéologiques des graisses
lubrifiantes — Détermination
de la consistance des graisses
avec épaississant à base de savon
métallique au moyen d'un rhéomètre
oscillant de type cône/plan**

**Première édition
2025-03**

*Petroleum products and lubricants — Rheological properties
of lubricating greases — Determination of the consistency of
greases with metal soap thickener by an oscillatory rheometer
with a cone/plate measuring system*

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

[ISO 13511:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5e1cecaf-aff2-486f-9a51-e855da13432c/iso-13511-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5e1cecaf-aff2-486f-9a51-e855da13432c/iso-13511-2025>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2025

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
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles	2
5 Principe	2
6 Réactifs et matériaux	2
7 Appareillage	2
8 Échantillonnage	3
9 Mode opératoire	3
9.1 Nettoyage du système de mesure	3
9.2 Mise en température	3
9.3 Réglage de l'entrefer et remplissage du système de mesure cône/plan	3
9.4 Mesures	3
10 Évaluation	4
11 Expression des résultats	7
12 Fidélité	8
12.1 Généralités	8
12.2 Répétabilité, <i>r</i>	8
12.3 Reproductibilité, <i>R</i>	8
13 Rapport d'essai	8
Annexe A (informative) Explication et calcul du facteur 0,071	9
Bibliographie	14

[ISO 13511:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5e1cecaf-aff2-486f-9a51-e855da13432c/iso-13511-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5e1cecaf-aff2-486f-9a51-e855da13432c/iso-13511-2025>

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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiquée à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu de notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et produits connexes, combustibles et lubrifiants d'origine synthétique ou biologique*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/members.html.

Produits pétroliers et lubrifiants — Propriétés rhéologiques des graisses lubrifiantes — Détermination de la consistance des graisses avec épaississant à base de savon métallique au moyen d'un rhéomètre oscillant de type cône/plan

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie un mode opératoire pour déterminer la consistance d'une graisse avec épaississant à base de savon métallique au moyen d'un rhéomètre oscillant.

Cette méthode d'essai est applicable aux graisses lubrifiantes neuves ou usagées, lorsque seules de petites quantités de graisse sont présentes et que la pénétrabilité travaillée qui est habituellement utilisée ne peut pas être déterminée en raison de la faible quantité disponible.

L'étalonnage déterminé n'est valable que pour les graisses lubrifiantes à savons de lithium, lithium-calcium ou encore complexe lithium-calcium.

La méthode décrite dans le présent document est applicable aux graisses lubrifiantes d'indices NLGI 00, 0, 1, 2 et 3 selon la norme ISO 6743-99^[1].

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 23572, *Produits pétroliers — Graisses lubrifiantes — Échantillonnage des graisses*

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1 déformation de cisaillement

γ
déformation de l'échantillon générée par la déviation tangentielle

Note 1 à l'article: La déformation de cisaillement n'a pas de dimension. Elle est souvent exprimée en pour cent (%), où 100 % = 1.

3.2 module de perte de cisaillement
 G''

composante de la *contrainte de cisaillement* (3.3) qui présente un déphasage de $\delta = \pi/2 = 90^\circ$ par rapport à la *déformation de cisaillement* (3.1)

Note 1 à l'article: Le module de perte de cisaillement représente la partie visqueuse du comportement viscoélastique de l'échantillon et est exprimé en pascals (Pa).

[SOURCE: ISO/DIS 13227:2024, 3.4]

3.3 contrainte de cisaillement
 τ

quotient de la force tangentielle sur la surface

Note 1 à l'article: L'unité de la contrainte de cisaillement τ est le pascal (Pa).

3.4 vitesse de cisaillement
 $\dot{\gamma}$

changement de la *déformation de cisaillement* (3.1) au cours du temps

Note 1 à l'article: L'unité de la vitesse de cisaillement est la seconde réciproque (s^{-1}).

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles listés dans le [Tableau 1](#) s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles

Symbole	Désignation	Unité
τ_{calc}	contrainte de cisaillement, calculée à partir du module de perte de cisaillement	Pa
τ_0	contrainte de cisaillement, à la vitesse de cisaillement de 0 s^{-1}	Pa
$\dot{\gamma}_{calc}$	vitesse de cisaillement, calculée à partir de la déformation de cisaillement	s^{-1}
γ	déformation de cisaillement	%
G''	module de perte de cisaillement	Pa
τ	contrainte de cisaillement	Pa
$\dot{\gamma}$	vitesse de cisaillement	s^{-1}

5 Principe

Un échantillon de graisse lubrifiante est testé à 25 °C via un essai oscillatoire à l'aide d'un système de mesure cône/plan.

Le module de perte de cisaillement est déterminé en fonction de la déformation de cisaillement. La pénétrabilité travaillée et l'indice NLGI peuvent ensuite être déterminés à partir de ces valeurs.

6 Réactifs et matériaux

6.1 Solvant, adapté au nettoyage de l'équipement sans résidus.

7 Appareillage

L'appareillage et la verrerie courants d'un laboratoire, ainsi que les éléments suivants doivent être utilisés.

7.1 Rhéomètre oscillant, à palier à air, équipé d'un système de mesure cône/plan.

7.2 Système de mesure cône/plan, avec un diamètre de cône de 25 mm, une rugosité Ra de 0,8 µm, un angle de $(1,00 \pm 0,02)^\circ$ et qui peut être réglé en température à $\pm 0,1$ °C.

7.3 Unité de contrôle de la température, permettant à la température de l'échantillon d'être ajustée à $\pm 0,1$ °C près.

8 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être effectué conformément à la norme ISO 23572.

9 Mode opératoire

9.1 Nettoyage du système de mesure

Avant d'effectuer l'essai, tout résidu doit être éliminé du système cône/plan à l'aide d'un solvant adapté, puis le système doit être séché.

9.2 Mise en température

La température du dispositif de mesure doit être de 25 °C au début de l'essai.

9.3 Réglage de l'entrefer et remplissage du système de mesure cône/plan

Une fois le contrôle de la température effectué, le point zéro (basé sur la distance entre le cône et le plateau) doit être réglé (manuellement ou automatiquement à l'aide d'un programme de mesure approprié).

La distance doit être réglée à la température de mesure, car l'entrefer a une grande influence sur les résultats de mesure.

A l'aide d'une spatule, une quantité suffisante de graisse lubrifiante (avec un petit excédent) doit être appliquée au centre du plateau, en veillant à ce qu'il n'y ait pas de bulles d'air. La quantité de graisse lubrifiante requise doit être sélectionnée conformément au manuel d'instructions du système de mesure. L'échantillon ne doit pas être réparti manuellement sur le plateau avant l'abaissement du cône, mais automatiquement lorsque l'entrefer est déterminé. Afin de remplir correctement l'espace, un entrefer de 20 % supérieur à l'entrefer final doit être choisi en premier lieu. Cette position, appelée position d'ajustage, est souvent spécifiée par le fabricant de l'appareil. Ensuite, l'excès de lubrifiant sur le bord du cône/plateau doit être essuyé. Puis, l'entrefer (tel que spécifié par le fabricant de l'appareil) doit être respecté. La distance spécifique à l'appareil entre le cône et le plateau a une influence significative sur le résultat de la mesure et doit donc être réglée avec soin.

Lors du prélèvement d'échantillons, garder à l'esprit que les inhomogénéités, les impuretés et les bulles d'air piégées peuvent fausser les résultats de la mesure. Il peut donc être nécessaire d'évaluer l'échantillon à cet égard avant la mesure. Par ailleurs, si la taille maximale des particules solides et dures est supérieure à 1/10 de l'entrefer, elles peuvent même endommager le système de mesure.

Le comportement rhéologique des graisses lubrifiantes dépend fortement du traitement précédent. Un stockage de plusieurs semaines ou mois peut modifier la graisse lubrifiante. Les graisses lubrifiantes deviennent souvent plus dures s'il y a eu séparation de l'huile. Aussi, cela peut fausser les résultats de mesure.

9.4 Mesures

Après avoir correctement rempli le système de mesure avec l'échantillon de graisse lubrifiante, le programme de mesure du [Tableau 2](#) doit être exécuté.

Tableau 2 — Essai d’amplitude à une déformation de cisaillement donnée (balayage de déformation)

Paramètre rhéologique	Partie 1 Mise en température et repos	Partie 2 Mesure du balayage de déformation
déformation de cisaillement, γ	-	0,01 à 1 000 %
taux d'augmentation de la déformation de cisaillement	-	logarithmique avec 10 points par décade
fréquence angulaire, ω	-	10 rad.s ⁻¹
durée du point de mesure	-	aucune spécification ^a
durée de la partie	10 min	aucune spécification ^a
température d'essai, T	25 °C	25 °C

^a Pour les essais oscillatoires, la durée totale d'une partie de la mesure n'est généralement pas donnée par l'opérateur mais calculée automatiquement par le programme de mesure.

10 Évaluation

Pour l'évaluation des données de mesure pour chaque point de mesure enregistré, la déformation de cisaillement doit être disponible en pour cent (%) et le module de perte de cisaillement G'' en pascals (Pa). Les données seront transférées dans un tableur (voir [Tableau A.1](#), colonne B et colonne C). Une vitesse de cisaillement, $\dot{\gamma}$, en secondes à la puissance moins un (s⁻¹) est alors calculée à partir de la valeur de la déformation de cisaillement en pour cent (%). Cela implique de multiplier la valeur de déformation de cisaillement en pour cent (%) par 0,071 (voir colonne D du [Tableau A.1](#)).

NOTE 1 Pour une meilleure compréhension des étapes d'évaluation de [l'Article 10](#), voir le [Tableau A.1](#).

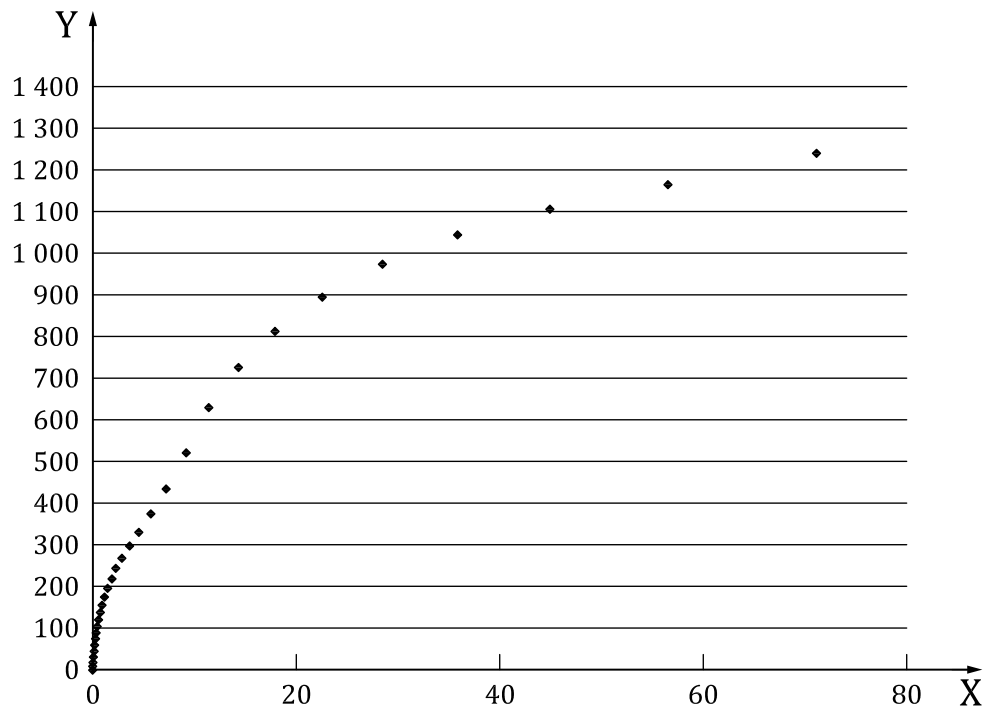
NOTE 2 L'explication et le calcul du facteur 0,071 figurent à [l'Annexe A](#).

En même temps, la composante élastique de la valeur de la contrainte de cisaillement est calculée en divisant la valeur du module de perte de cisaillement par 10 et en la multipliant par la valeur de la déformation de cisaillement et 0,071 (voir colonne E du [Tableau A.1](#)).

Ensuite, un diagramme (voir l'exemple de la [Figure 1](#)) est généré à partir des données calculées pour la vitesse de cisaillement $\dot{\gamma}_{\text{calc}}$ en s⁻¹ et la contrainte de cisaillement τ_{calc} en Pa (voir les colonnes D et E du [Tableau A.1](#)).

NOTE 3 Malgré la spécification logarithmique dans la Partie 2 du [Tableau 2](#), une graduation linéaire des axes est choisie pour le diagramme ([Figure 1](#)). Cela est fait uniquement dans le but d'améliorer le rendu visuel.

NOTE 4 Les calculs de $\dot{\gamma}_{\text{calc}}$ et τ_{calc} figurent à [l'Annexe A](#).



Légende

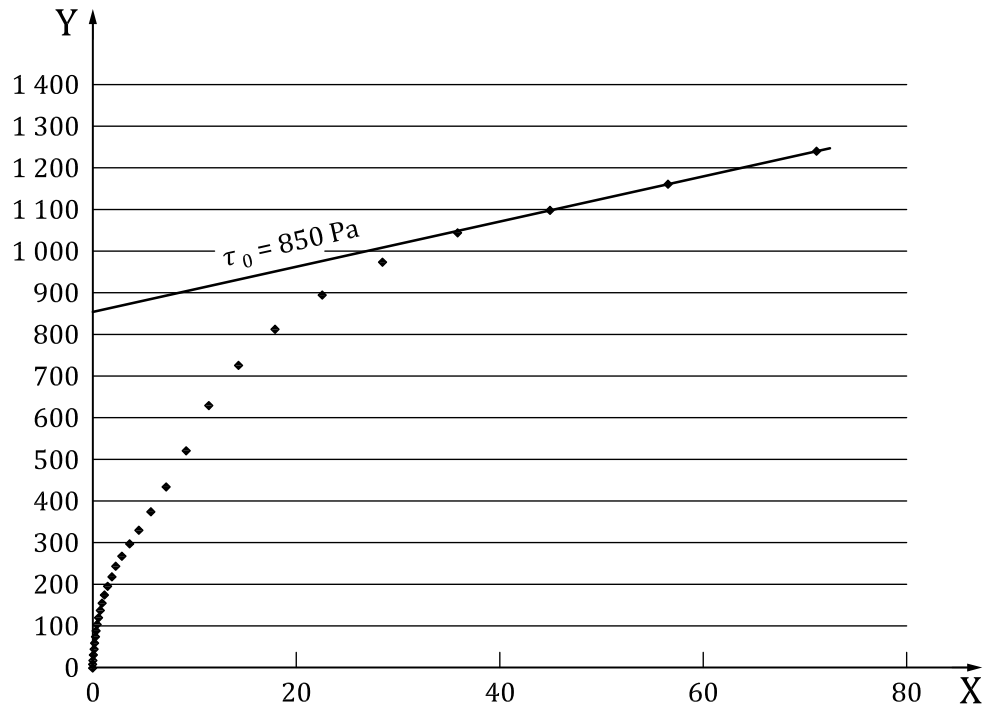
- X vitesse de cisaillement calculée, s⁻¹
 Y contrainte de cisaillement calculée, Pa

Figure 1 — Représentation graphique des données

Une fois les données reportées, une droite de régression linéaire est tracée à travers les quatre derniers points de données et la valeur de y pour $x = 0$ sur cette droite de régression linéaire est lue. Cette valeur correspond à l'ordonnée à l'origine de la droite de régression et est une valeur de contrainte de cisaillement (avec la dimension Pa)

ISO 13511:2025

La droite de régression et son ordonnée à l'origine peuvent être insérées manuellement comme illustré en [Figure 2](#) ou à l'aide d'un programme informatique (par exemple un tableur) comme illustré en [Figure 3](#). L'ordonnée à l'origine déterminée est désignée comme étant τ_0 .



Légende

- X vitesse de cisaillement calculée, s⁻¹
- Y contrainte de cisaillement calculée, Pa

NOTE Le tracé de la droite de régression a été réalisé manuellement.

Figure 2 — Représentation graphique de l'évaluation (manuelle)

<https://standards.iteh.ai>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5e1cecaf-aff2-486f-9a51-e855da13432c/iso-13511-2025>