

Deuxième édition
2005-10-15

Version corrigée
2006-12-01

**Caoutchouc — Détermination des
propriétés frictionnelles**

Rubber — Determination of frictional properties

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15113:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7b20ac-4fde-46f2-9af5-6127285c7b87/iso-15113-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7b20ac-4fde-46f2-9af5-6127285c7b87/iso-15113-2005>



Numéro de référence
ISO 15113:2005(F)

© ISO 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 15113:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7b20ac-4fde-46f2-9af5-6127285c7b87/iso-15113-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7b20ac-4fde-46f2-9af5-6127285c7b87/iso-15113-2005>

© 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	1
4 Principe	2
5 Appareillage	3
6 Surfaces d'essai	3
7 Préparation	4
8 Conditionnement	6
9 Paramètres d'essai	7
10 Nettoyage ou rénovation de la piste d'essai	7
11 Mode opératoire A (mesurages de la friction initiale)	7
12 Mode opératoire B (comportement en service)	8
13 Mode opératoire C (essais avec lubrifiants ou contaminants ajoutés)	8
14 Saccade	9
15 Présentation des résultats	9
16 Rapport d'essai	12
Annexe A (informative) Principes de conception	14
Annexe B (informative) Géométrie bille sur plat	16
Annexe C (informative) Friction statique et «stiction»	17
Annexe D (informative) Autres paramètres	18
Bibliographie	21

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 15113 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais et analyses*. (standards.iteh.ai)

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15113:1999), qui a fait l'objet d'une révision mineure dont le but principal a été de mettre à jour l'article relatif aux références normatives. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 15113:1999/Cor.1:2001.

La présente version corrigée de l'ISO 15113:2005 inclut de nombreuses corrections relatives à la terminologie, par conséquent elles ne sont pas mentionnées en détail mais toutes les pages ont subi une modification.

Introduction

Différentes configurations géométriques peuvent être utilisées lors du mesurage de la friction, mais chacune d'elles est susceptible de donner une valeur différente pour μ , le coefficient de friction. Chaque configuration peut être appropriée dans des circonstances particulières, mais il est préférable d'avoir recours à certaines méthodes normalisées utilisant des conditions d'essai spécifiées lors de la comparaison des matériaux.

Les échantillons de caoutchouc sont plus aisément disponibles sous forme de feuille et, pour la plupart des applications pratiques, le mesurage entre deux surfaces planes se rapproche le plus du comportement en service. Par conséquent, il s'agit de la géométrie la plus couramment utilisée. Pour cette géométrie, la conception de l'appareillage utilisé doit être soignée afin de garantir le contact reproductible entre les surfaces, ce qui fait l'objet de l'Annexe A.

Si des moyens de moulage du caoutchouc sont disponibles, certains opérateurs préfèrent utiliser un coulisseau en caoutchouc hémisphérique et une piste d'essai plane. Cela permet de mieux définir la surface de contact et de limiter les erreurs si le plan de friction ne contient pas la ligne d'action de la cellule de charge et celle de la force de glissement. Toutefois, si cette géométrie est utilisée, la force de frottement n'est pas proportionnelle à la charge normale (voir Annexe B) et la surface de contact est estimée par connaissance du module de caoutchouc. Il convient donc de faire attention lors du relevé des valeurs correspondant aux coefficients de friction. Le principal inconvénient de la méthode est que des éprouvettes particulières doivent être moulées à partir de caoutchouc non vulcanisé, et que les produits finis ne s'adaptent pas à cette méthode. Enfin, étant donné qu'un certain degré d'usure est indissociable de la friction, des essais étendus vont produire un «plat» sur l'éprouvette hémisphérique. Par conséquent, il est recommandé d'inspecter fréquemment la surface d'essai afin de s'assurer que la géométrie de contact initiale est maintenue.

La géométrie «bille sur plat» alternative dans laquelle une bille glisse sur une surface en caoutchouc plane n'est pas parfaitement équivalente. La bille déforme le caoutchouc ce qui est à l'origine d'une perte d'énergie par hystérésis donnant un coefficient de friction mesuré plus élevé. Toutefois, dans certaines circonstances, il peut s'agir d'un mode opératoire d'essai approprié.

Malgré les incertitudes liées à la surface de contact dans le cadre de la géométrie plan sur plan, la présente Norme internationale repose sur ladite géométrie compte tenu de sa grande applicabilité pratique. Toutefois, il convient de souligner qu'il est nécessaire d'avoir un appareillage bien conçu à disposition avec la ligne d'action de la cellule de charge incluse dans le plan de contact des éprouvettes (voir Annexe A). La méthode peut être adaptée pour couvrir d'autres géométries de contact afin de s'adapter à des produits particuliers, notamment la géométrie bille sur plat définie dans l'Annexe B.

La présente Norme internationale repose sur un mouvement linéaire, et des directives relatives à l'agencement expérimental sont proposées dans l'Annexe A. Étant donné que la friction génère de la chaleur, les essais sont en général limités à des vitesses inférieures à 1 000 mm/min afin d'éviter toute augmentation de la température au niveau de l'interface. Si les conditions de service impliquent des vitesses élevées, une méthode radicalement différente reposant sur un mouvement de rotation est plus appropriée, comme l'explique l'Annexe A. La méthode d'essai définie ici permet de mesurer une friction cinétique à certaines vitesses fixées. Il peut être convenu que la vitesse la plus basse soit telle que le mouvement soit à peine perceptible, ce qui donne un comportement frictionnel proche d'une vitesse nulle (friction statique). Celui-ci peut être différent de la friction de départ, qui peut impliquer une composante d'adhérence (frottement au démarrage) tel que le présente l'Annexe C. Cette méthode est adaptée au mesurage de la friction initiale uniquement si la machine est dotée d'un dispositif assurant une vitesse de mise en charge constante et d'une cellule de charge de complaisance suffisante. L'Annexe C porte sur la friction statique et l'approche adaptée à son mesurage.

La friction du caoutchouc est complexe, et le coefficient de friction dépend de la géométrie de contact, de la charge normale, de la vitesse et de la température, mais aussi de la composition du caoutchouc. L'Annexe D porte sur l'influence de ces paramètres et sur certains facteurs qui affectent le mesurage.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15113:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7b20ac-4fde-46f2-9af5-6127285c7b87/iso-15113-2005>

Caoutchouc — Détermination des propriétés frictionnelles

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit les principes régissant le mesurage du coefficient de friction et présente une méthode permettant de mesurer le coefficient de friction d'un caoutchouc contre des surfaces normalisées, contre lui-même ou contre toute autre surface spécifiée.

2 Références normatives

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 5893:2002, *Appareils d'essai du caoutchouc et des plastiques — Types pour traction, flexion et compression (vitesse de translation constante) — Spécifications*

ISO 23529, *Caoutchouc — Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

3 Termes et définitions

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

3.1

coefficient de friction

rapport de la force frictionnelle s'opposant au mouvement entre deux surfaces à la force normale entre les surfaces dans les conditions d'essai spécifiées

NOTE Le coefficient de friction n'a pas de dimension et sa valeur n'est pas limitée aux nombres inférieurs à l'unité.

3.2

surface de contact

totalité de la surface apparente délimitée par les deux surfaces d'essai (piste d'essai et éprouvette)

NOTE La surface de contact réelle (voir 3.3) peut être inférieure à la surface de contact.

3.3

surface de contact réelle

somme totale des surfaces de contact au niveau desquelles les deux surfaces d'essai se touchent

3.4

vitesse d'essai

vitesse à laquelle une surface est entraînée par rapport à l'autre

NOTE Si des saccades (voir 3.5) se produisent, il s'agit alors de la vitesse moyenne à laquelle une surface se déplace par rapport à l'autre.

3.5
saccade
condition dans laquelle la vitesse réelle entre les surfaces oscille entre deux extrêmes de part et d'autre de la vitesse d'essai, induisant des oscillations correspondantes de la force frictionnelle mesurée

3.6
piste d'essai
surface contre laquelle le caoutchouc doit être soumis à essai

NOTE La piste d'essai peut être composée du même matériau que le caoutchouc soumis à essai ou d'un matériau différent.

3.7
température de l'essai
température de l'appareillage d'essai et de son environnement

NOTE Étant donné que la friction génère de la chaleur, la température de l'essai peut être différente de la température réelle de l'une ou des deux surfaces d'essai.

3.8
lubrifiant
substance introduite entre les deux surfaces afin de diminuer le coefficient de friction

NOTE Un lubrifiant est en général un liquide mais, dans certains cas, il peut s'agir de poudres solides, par exemple du talc. D'une manière générale, les lubrifiants sont introduits délibérément.

3.9
contaminant
toute substance présente sur la surface d'essai et dont la composition est différente de ladite surface

NOTE Un contaminant peut agir comme un lubrifiant. D'une manière générale, en service, les contaminants sont introduits par inadvertance. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7b20ac-4fde-46f2-9af5-6127285c7b87/iso-15113-2005>

3.10
stiction
force nécessaire au déplacement d'une surface sur une autre lorsque la charge normale externe est nulle

NOTE Il s'agit d'une force frictionnelle apparente, mais aucun coefficient de friction ne peut être calculé étant donné que la force normale est nulle. Voir Annexe C.

3.11
friction statique
force frictionnelle nécessaire à la mise en mouvement (c'est-à-dire la force frictionnelle à vitesse nulle)

NOTE Lorsqu'il existe une charge normale externe, il est possible de calculer un coefficient de friction statique. La friction statique implique souvent une composante de stiction. Voir Annexe C.

4 Principe

Deux surfaces d'essai sont mises en contact sous l'action d'une charge normale mesurée. Un mécanisme fait glisser l'une des surfaces sur l'autre selon une vitesse mesurée, et la force s'opposant au mouvement est contrôlée et enregistrée. Le rapport entre cette force frictionnelle et la charge normale à un instant donné est le coefficient de friction à cet instant. Étant donné que l'essai lui-même va altérer les surfaces et peut modifier la température au niveau de l'interface, le coefficient de friction mesuré peut changer au fur et à mesure du déroulement des essais.

Dans un appareillage idéal, la ligne d'action du dispositif de mesure de la force va se situer dans le plan des deux surfaces en contact. Ce plan peut être horizontal ou vertical.

5 Appareillage

5.1 Dispositif, prévu pour associer deux surfaces de friction et capable d'assurer un mouvement linéaire entre les surfaces sur une distance de 100 mm à des vitesses fixes, comprises en général entre 0,5 mm/min et 1 000 mm/min. Il peut s'agir d'un dispositif spécialement conçu. Une machine de traction peut également être adaptée pour la circonstance.

5.2 Des moyens d'appliquer plusieurs charges normales différentes sur la surface de contact dans une gamme comprise entre 1 N et 200 N. Si la piste d'essai est horizontale, des poids adaptés peuvent être utilisés directement pour fournir la charge normale. Mais, sur une machine dont la piste d'essai est verticale, il est nécessaire d'utiliser un levier coudé pour convertir la force de gravitation verticale en force normale horizontale.

5.3 Une série de cellules de charge ou, à défaut, **une cellule de charge à plusieurs sélections de gamme**, au moins conforme à la classe 1 telle que définie dans l'ISO 5893:2002, dotée d'un dispositif d'enregistrement des résultats et fixée à l'une des surfaces de friction, pouvant donner la force frictionnelle à $\pm 1\%$ sur toute l'étendue du mesurage.

NOTE Étant donnée la gamme des charges normales établies en 5.2, les forces frictionnelles mesurées sont susceptibles d'être comprises entre 0,1 N et 1 kN.

5.4 Une chambre climatique (si les effets de la température sont étudiés), contenant l'appareillage et les deux surfaces soumises à essai (mais pas la cellule de charge), équipée d'un dispositif permettant de mesurer et d'enregistrer la température à $\pm 0,5\text{ °C}$ près. La chambre climatique ne doit avoir aucun contact physique avec les parties mobiles.

NOTE 1 Il est extrêmement difficile d'éviter toute condensation dans l'environnement d'essai, et la formation de cristaux de glace, de particules ou de films sur la surface d'essai ne peut qu'être évaluée visuellement.

NOTE 2 Pour éviter la formation de glace lors des essais à des températures inférieures ou égales à 0 °C , une atmosphère très sèche est nécessaire (par exemple entre 5 % et 10 % d'humidité relative).

5.5 Des moyens d'éviter les saccades, étant donné que l'ensemble de l'appareillage (y compris la cellule de charge) doit être aussi rigide que possible. Toutes les connexions doivent être assurées à l'aide de tiges et non à l'aide de câbles. Si l'appareillage est conçu pour être associé à une machine de traction, une machine à haut degré de rigidité doit être choisie. Dans la pratique, il doit s'agir d'une machine de traction ayant une capacité de charge 20 fois supérieure à la force frictionnelle maximale mesurée.

5.6 Des moyens de séparer les surfaces soumises à essai, à utiliser lorsque l'appareillage est réinitialisé après chaque mesurage. Cela est nécessaire car la friction dépend beaucoup du vécu des surfaces.

NOTE La séparation des surfaces peut être réalisée manuellement ou automatiquement.

6 Surfaces d'essai

6.1 Généralités

Pour chaque essai, deux surfaces préparées doivent être utilisées, l'une fabriquée à partir du caoutchouc soumis à essai et l'autre (la piste d'essai) composée de ce même caoutchouc ou, comme alternative, d'un matériau spécifié.

6.2 Piste d'essai

La piste d'essai doit être pratiquement plane mais sa surface peut être imprimée.

Le matériau utilisé pour former la piste d'essai doit être plus large dans les deux dimensions linéaires que les éprouvettes (voir 6.3). La longueur doit être suffisante pour permettre un déplacement linéaire d'au moins 50 mm.

La piste d'essai peut être n'importe quelle surface convenue entre les parties intéressées mais, lorsqu'il faut procéder à une comparaison, il peut être plus approprié d'en sélectionner une des suivantes:

- a) le caoutchouc soumis à essai dont la surface est moulée, refendue ou poncée;
- b) verre flotté dont la surface est polie ou rectifiée;
- c) un acier inoxydable spécifié dont la surface est polie ou meulée;
- d) fonte dont la surface est meulée selon un fini spécifié;
- e) papier abrasif lié à la résine avec grosseur de grain spécifiée.

NOTE Le coefficient de friction mesuré dépend non seulement du matériau choisi mais également du fini de surface de la piste d'essai (voir Article D.1).

6.3 Éprouvettes

Des éprouvettes moulées ou prélevées sur des produits peuvent être utilisées. Trois éprouvettes doivent être soumises à essai.

Si des éprouvettes planes sont utilisées, leur dimension doit être inférieure à celle de la piste d'essai sélectionnée (voir 6.2), de sorte qu'il soit possible d'obtenir un mouvement linéaire entre les deux surfaces pendant au moins 6 s tout en maintenant le contact (apparent) sur l'ensemble de la surface du caoutchouc tout au long de l'essai.

L'épaisseur des éprouvettes doit en principe être comprise entre 1 mm et 8 mm. Si la surface d'essai est plus mince, elle doit être montée sur un support d'épaisseur adéquate à l'aide d'un ruban adhésif.

NOTE 1 Dans certains cas, la surface de contact peut être affectée par le module du support sous-jacent. Il est alors recommandé de faire correspondre autant que possible le module de la surface d'essai avec celui du support.

L'éprouvette ne doit pas être déformée lors du montage.

Tout adhésif utilisé ne doit pas provoquer le gonflement de l'éprouvette ou affecter celle-ci de toute autre manière.

Arrondir le bord d'attaque de toutes les éprouvettes planes afin d'éviter le gondolage ou le creusage de ce rebord antérieur.

NOTE 2 Pour réduire les possibilités de saccade, il est recommandé que l'épaisseur des éprouvettes de faible module soit inférieure à 4 mm.

Si une éprouvette est préparée à partir d'un produit fini, il peut ne pas être possible de prélever une pièce plane de taille adéquate. Une éprouvette adaptée peut alors être fabriquée en montant un certain nombre de petits morceaux prélevés dans le produit (par exemple les longueurs d'un balai d'essuie-glace peuvent être montées de telle sorte que les surfaces d'essuyage définissent un plan). Trois petits morceaux, montés aux coins d'un triangle, définissent toujours un plan. Si un plus grand nombre de morceaux est utilisé, leur montage nécessitera une plus grande attention ou probablement une préparation supplémentaire par ponçage ou abrasion. Par ailleurs, il peut être judicieux d'utiliser une géométrie d'essai différente telle que présentée dans l'Annexe A.

7 Préparation

7.1 Généralités

Les matériaux peuvent être soumis à essai dans leur état de réception mais, s'il faut procéder à des comparaisons, il est recommandé de faire en sorte que les surfaces se trouvent dans les conditions normalisées. L'état de surface est important étant donné que, en général, les surfaces rugueuses ont un

coefficient de frottement plus faible que les surfaces lisses quand elles sont sèches et plus élevé que les surfaces lisses lorsqu'elles sont humides. Par conséquent, différentes valeurs du coefficient de friction seront observées en fonction de la méthode de préparation utilisée.

7.2 État de surface

Une piste d'essai en verre flotté ou en métal poli miroir doit être nettoyée sans autre traitement (voir 7.3). Les autres surfaces à abraser doivent être meulées à la machine, poncées ou abrasées à la main avec du papier abrasif lié à la résine avec une grosseur de grain spécifiée.

D'une manière générale, les éprouvettes préparées par refendage sur une machine à refendre n'ont besoin d'aucune préparation supplémentaire autre que le nettoyage.

7.3 Nettoyage de la surface

Si une contamination se produit en service et fait partie des conditions d'essai ayant fait l'objet d'un accord (voir Article 13), elle peut être laissée. Mais, si elle résulte de la procédure de préparation, elle doit, dans la mesure du possible, être retirée.

Il faut reconnaître que le retrait complet des contaminants n'est pas toujours possible et que, parfois, le coefficient de friction est en permanence modifié par la contamination résiduelle. Par exemple le retrait complet de l'huile de silicone est rarement possible. C'est la raison pour laquelle les techniques de préparation doivent être choisies avec beaucoup d'attention. Si des lubrifiants sont nécessaires pour les abrasifs, il est préférable de les choisir à base d'eau plutôt qu'à base d'huile. De même, lors du montage des éprouvettes avec un adhésif, il convient de faire en sorte que la surface d'essai ne soit pas contaminée par l'adhésif. Il convient de faire en sorte de ne pas contaminer la surface d'essai avec des traces de doigt.

Si la contamination s'est produite, procéder comme suit:

[ISO 15113:2005](#)

Chasser tous les débris à l'aide d'un jet d'air propre et sec ou d'un gaz similaire.

[https://standards.iteh.ai/iso-15113-2005-6127285c7b87/iso-15113-2005](#)

NOTE 1 L'air comprimé des réseaux n'est pas convenable étant donné qu'il est en général contaminé par de l'huile.

Par ailleurs, brosser les débris à l'aide d'une brosse propre, sèche et douce.

Si les contaminants (par exemple la graisse) adhèrent à la surface, sélectionner un solvant adapté dans la liste ci-dessous:

- a) eau distillée additionnée d'une petite quantité de détergent;
- b) eau distillée uniquement;
- c) eau du robinet;
- d) éthanol;
- e) isopropanol;
- f) acétone;
- g) butanone;
- h) tétrachloroéthylène;
- i) toluène.

Le solvant sélectionné ne doit ni dissoudre ni trop gonfler la surface nettoyée.

NOTE 2 Les règles sanitaires et de sécurité s'appliquent à l'utilisation de certains de ces solvants.