

PROJET DE NORME INTERNATIONALE

ISO/DIS 11346.2

ISO/TC 45/SC 2

Secrétariat: JISC

Début de vote:
2022-11-25

Vote clos le:
2023-01-20

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Estimation de la durée de vie et de la température maximale d'utilisation

Rubber, vulcanized or thermoplastic — Estimation of life-time and maximum temperature of use

ICS: 83.060

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/PRF 11346](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/056a518d-3c43-46df-bf32-80be5d4dd972/iso-prf-11346)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/056a518d-3c43-46df-bf32-80be5d4dd972/iso-prf-11346>

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

Le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité.



Numéro de référence
ISO/DIS 11346.2:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/PRF 11346

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/056a518d-3c43-46df-bf32-80be5d4dd972/iso-prf-11346>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives.....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Principe.....	2
5 Sélection des essais et de l'étuve de vieillissement.....	2
6 Sélection de la valeur limite.....	3
7 Éprouvettes.....	3
8 Températures d'exposition.....	4
9 Temps d'exposition.....	4
10 Mode opératoire d'essai.....	4
11 Expression des résultats.....	6
11.1 Méthode d'Arrhenius.....	6
11.1.1 Termes et définitions.....	Erreur ! Signet non défini.
11.1.2 Préparation des résultats d'essai et détermination des vitesses de réaction.....	7
11.1.3 Calcul de la durée de vie à une température donnée.....	8
11.1.4 Calcul de la durée de vie pour un profil climatique donné (facultatif).....	9
11.2 Méthode de WLF.....	9
11.3 Limitations.....	11
12 Rapport d'essai.....	11
Annexe A (informative) Calcul de la durée de vie pour un profil climatique donné.....	13
Annexe B (informative) Exemple d'application du mode opératoire d'Arrhenius à l'aide d'un programme de calcul.....	15
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 (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'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

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 l'ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais et analyses*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 11346:2014) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- Amélioration de l'exactitude via l'utilisation d'une méthode de calcul.
- Introduction du coefficient de détermination et définition d'une valeur minimale, ce qui entraîne une amélioration significative de la précision de la courbe de régression et permet une extrapolation sur une période plus longue.
- Augmentation de la précision des paramètres d'essai.
- Correction de formule pour calculer l'énergie d'activation.
- Introduction de valeur limite (déformation rémanente après compression) pour les joints.
- Introduction de différents profils temps-température, beaucoup plus proches de la réalité, plutôt que de se référer à des températures constantes.

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/fr/members.html.

Introduction

La vitesse d'une réaction chimique augmente généralement avec la température.. En exposant des éprouvettes à une série de températures élevées, il est possible de déduire la relation qui existe entre la vitesse de réaction des mécanismes de dégradation et la température. Il est ensuite possible de procéder à des estimations par extrapolation, pour une température donnée, du degré de dégradation, après un temps donné ou du temps nécessaire pour atteindre un degré de dégradation donné.

La relation vitesse de réaction-température peut souvent être représentée par l'équation d'Arrhenius. La vitesse de réaction à une température donnée est obtenue par la variation de la valeur d'une propriété choisie en fonction du temps d'exposition à la température donnée. La vitesse de réaction peut être représentée par le temps pour atteindre un degré particulier de dégradation (valeur limite) et peut constituer la seule mesure pratique lorsque la relation propriété-température est complexe.

La méthode d'Arrhenius ne s'applique qu'aux réactions chimiques de dégradation et peut donner lieu à des résultats incorrects pour des essais où les évolutions physiques (viscoélastiques) du matériau ne peuvent être séparées facilement des changements chimiques.

Une variante applicable aux caoutchoucs consiste à utiliser l'équation de Williams Landel Ferry (WLF). Cette équation réalise une normalisation de la relation temps/température sans aucune hypothèse relative à la forme de la relation propriété-temps à n'importe quelle température. Par conséquent, elle peut en principe être appliquée à toute propriété physique, y compris la déformation rémanente et la relaxation, ou lorsque la relation propriété-temps est complexe. Des explications plus détaillées sur l'utilisation de l'équation de WLF sont données dans la littérature^[1].

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/PRF 11346](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/056a518d-3c43-46df-bf32-80be5d4dd972/iso-prf-11346)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/056a518d-3c43-46df-bf32-80be5d4dd972/iso-prf-11346>

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Estimation de la durée de vie et de la température maximale d'utilisation

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les principes et les méthodes pour l'estimation de l'endurance thermique des caoutchoucs d'après les résultats d'une exposition à des températures élevées pendant de longues périodes.

Deux méthodes sont spécifiées (voir l'introduction):

- l'une utilisant la relation d'Arrhenius;
- l'autre utilisant l'équation de WLF.

Le présent document ne fonde l'estimation de l'endurance thermique que sur le changement des propriétés choisies résultant de durées d'exposition à des températures élevées. Pour le vieillissement thermique, les diverses propriétés des caoutchoucs varient à des vitesses différentes et par conséquent les caoutchoucs ne peuvent être comparés qu'en utilisant les mêmes propriétés.

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 188, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Essais de résistance au vieillissement accéléré et à la chaleur* <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/056a518d-3e43-46df-bf32-80be5d4dd972/iso-prf-11346>

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les 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

durée de vie

temps au bout duquel la propriété soumise à essai du matériau évalué atteint la *valeur limite* (3.4) spécifiée à la température d'utilisation ou à un ensemble temps-température le plus proche de la réalité (resp. climat pour application extérieure)

3.1.1

durée de vie à une température donnée

durée de vie à une température de service donnée (par exemple 25 °C)

temps obtenu par extrapolation de la courbe à cette température

3.1.2

durée de vie à un ensemble temps-température donné

durée de vie à une température donnée (3.1.1) ou à une température de référence divisée par le facteur de vieillissement (3.2)

3.2

facteur de vieillissement

facteur calculé à partir d'un ensemble temps-température sur un an qui a été converti en une température de référence

3.3

température maximale d'utilisation

température à laquelle la propriété soumise à essai du matériau évalué atteint la valeur limite spécifiée après le temps spécifié

3.4

valeur limite

degré spécifique de dégradation considéré comme la valeur maximale acceptable pour la propriété soumise à essai

Note 1 à l'article Le temps nécessaire pour atteindre la valeur limite peut être utilisé pour représenter la vitesse de réaction (l'inverse de la vitesse de réaction est proportionnel au temps nécessaire pour atteindre la valeur limite).

4 Principe

Le mode opératoire de base pour estimer la durée de vie et la température maximale pour utiliser des caoutchoucs se compose de deux parties.

- a) Essai (voir Articles 5 à 10). En résumé, il s'agit de:
- à une température d'essai choisie, les variations de la valeur numérique d'une propriété choisie, par exemple une propriété mécanique ou viscoélastique, sont déterminées en fonction du temps;
 - l'essai est poursuivi jusqu'à ce que la valeur limite attribuée à cette propriété soit dépassée, et de nouveaux essais sont effectués à au moins deux autres températures.
- b) En traçant la courbe propriété-temps et en effectuant le calcul selon soit la méthode d'Arrhenius. (voir 11.1 à 11.1.4) soit la méthode WLF (voir 11.2).
- Pour la méthode d'Arrhenius, les mesures des temps de réaction obtenus sont reportées sur un diagramme logarithmique en fonction de l'inverse de la température et la ligne droite obtenue est extrapolée ou interpolée jusqu'à une température constante d'utilisation.
 - Pour la méthode de WLF, les constantes de glissement sont calculées et utilisées pour transposer la relation propriété/temps à la température d'utilisation.

Afin d'améliorer la comparabilité des résultats, il convient de mettre tout en œuvre pour optimiser le critère d'exactitude. À cette fin, il convient d'utiliser si possible une méthode d'ajustement de la courbe et le coefficient de détermination.

5 Sélection des essais et de l'étuve de vieillissement

Il convient que les essais choisis portent sur des propriétés susceptibles d'avoir une importance pratique. Les méthodes d'essai qui sont spécifiées dans des Normes internationales doivent être utilisées lorsqu'elles sont disponibles.

Pour des évaluations générales, la dureté et la courbe contrainte-déformation en traction sont couramment utilisées couramment utilisées, tandis que pour des applications d'étanchéité, il est préférable d'utiliser la relaxation de contrainte ou la déformation rémanente après compression.

Pour le vieillissement des éprouvettes, un des types d'étuve décrits et la méthode correspondante, conforme aux exigences de l'ISO 188 doit être utilisée. Une fois choisis, le type d'étuve et la méthode ne doivent pas être modifiés au cours de la série d'essais.

6 Sélection de la valeur limite

La valeur limite doit être choisie en fonction du degré de dégradation correspondant à la valeur maximale acceptable pour la propriété soumise à essai pendant l'usage final.

Si des valeurs limites sont mentionnées dans la norme de produit pertinente, il est recommandé qu'elles soient utilisées.

NOTE Si aucune valeur limite n'est spécifiée, 50 % de la valeur initiale de la propriété est généralement choisi. Pour les applications d'étanchéité statique, une déformation rémanente à la compression de 70 % max est souvent choisie.

L'essai doit être effectué pendant une période suffisamment longue pour atteindre la valeur limite.

7 Éprouvettes

NOTE Le terme équation est utilisé pour les relations désignées ici par le terme formule.

7.1 Généralités

Les dimensions et la méthode de préparation des éprouvettes doivent être conformes à la norme applicable pour la méthode d'essai correspondante. Cependant, des résultats comparables peuvent être obtenus avec des éprouvettes identiques.

7.2 Nombre d'éprouvettes.

Il peut se révéler nécessaire d'effectuer des essais préliminaires pour déterminer les températures d'exposition et le nombre de points d'essai requis à chaque température. Par ailleurs, l'augmentation du nombre d'éprouvettes peut être nécessaire pour améliorer le critère d'exactitude.

Le nombre minimal d'éprouvettes dépend s'il s'agit méthode d'essai destructif ou non destructif et peut être déterminé selon les formules suivantes.

a) Méthode d'essai destructif.

Le nombre minimal d'éprouvettes, n , nécessaire est donné par la Formule (1):

$$n = abc + a \quad (1)$$

où

a est le nombre d'éprouvettes nécessaires pour un seul essai conformément à la norme applicable pour la méthode d'essai;

b est le nombre de durées de vieillissement différent nécessaire pour obtenir la relation propriété-temps pour chacune des températures d'exposition;

c est le nombre de températures d'exposition.

Il est recommandé de soumettre au vieillissement des éprouvettes supplémentaires à chaque température dans le cas où des problèmes surviendraient après plusieurs semaines, mois, ou années de vieillissement. En outre, une température d'exposition supplémentaire peut être utilisée pour améliorer l'exactitude.

b) Méthode d'essai non destructif.

Le nombre minimal d'éprouvettes nécessaire peut être donné par la Formule (2):

$$n = ac \quad (2)$$

où a et c sont tels que définis pour la Formule (1).

Dans le cas du mesurage de la déformation rémanente en compression, de la déformation rémanente en traction et de la relaxation, les essais sont de préférence effectués sur la même éprouvette, aux différentes durées, de façon à réduire le nombre d'éprouvettes nécessaires. Cela réduit également les variations dans les résultats d'essai.

8 Températures d'exposition

La sélection des températures d'exposition nécessite une connaissance préalable des caractéristiques de vieillissement approximatives du matériau en essai. En l'absence d'une telle connaissance, des essais préliminaires doivent être réalisés. L'information obtenue aidera à choisir les températures les mieux adaptées à l'évaluation du matériau.

Les éprouvettes doivent être soumises au vieillissement à au moins trois températures. Choisir des températures adaptées pour le matériau soumis à essai avec des intervalles compris entre 10 °C et 30 °C (en fonction de l'élastomère et de la plage de températures d'utilisation).

9 Temps d'exposition

L'augmentation du temps d'exposition améliore considérablement la précision du résultat. Par conséquent, il est très utile d'ajuster le temps d'exposition en adéquation avec la durée de vie prévue.

Pour la température d'exposition la plus basse, il est suggéré d'utiliser les temps d'exposition indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Temps d'exposition en fonction de la durée de vie prévue pour la température la plus basse

Durée de vie prévue	Temps d'exposition
>2 ans	>1 mois
>10 ans	>3 mois
>25 ans	>6 mois
>50 ans	>9 mois

Les paragraphes suivants ne sont pas valables si la relaxation de contrainte avec enregistrement continu est utilisée. Pour des essais discontinus, les propriétés choisies pour mesurer la vitesse de réaction doivent être soumises à essai à au moins six temps différents d'exposition pour chaque température, cependant plus de temps d'exposition seront souvent nécessaires lorsque le profil de la courbe propriété/temps est à établir. Pour une exactitude optimale, un coefficient de détermination de $R^2 \geq 0,98$ est un bon indicateur et il convient de le rechercher.

Les temps d'exposition doivent être tels qu'ils permettent une caractérisation adéquate de la propriété choisie pour mesurer la vitesse de réaction. Pour un vieillissement thermo-oxydatif, une progression linéaire sera satisfaisante dans la plupart des cas. Pour une relaxation physique, une progression logarithmique (par exemple, $p = a \cdot \ln(t) + b$) ou sous forme de loi puissance (par exemple, $p = a \cdot t^b$), serait plus appropriée. Dans ce cas, la fonction avec le coefficient de détermination (R^2) le plus élevé doit être utilisée.

Les temps d'exposition doivent être tels qu'ils permettent une caractérisation adéquate du bien choisi.

10 Mode opératoire d'essai

Mesurer les propriétés choisies au moyen d'ensembles d'éprouvettes non vieilles, conditionnées conformément aux normes applicables à la méthode d'essai correspondante.

Placer le nombre d'éprouvettes nécessaire dans chacune des étuves réglées aux températures choisies.

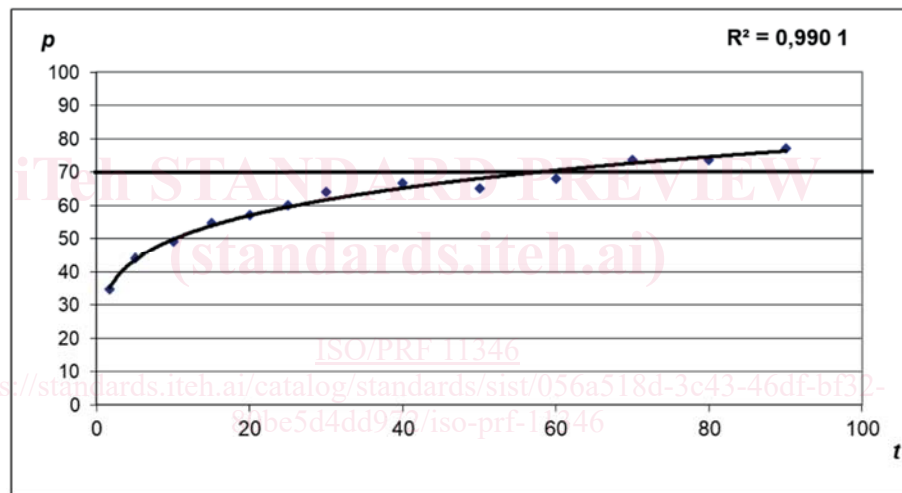
À la fin de chaque temps d'exposition, conditionner les éprouvettes à examiner conformément à la norme applicable à la méthode d'essai correspondante et mesurer les propriétés choisies.

Poursuivre selon ce mode opératoire jusqu'à ce que les valeurs limites soient atteintes pour chaque température. Pour des raisons de temps, il est conseillé de commencer par la température d'essai la plus basse. Après chaque point d'essai, il convient de vérifier si le temps d'essai minimum indiqué dans le Tableau 1 est atteint.

Pour chaque température d'exposition, tracer des courbes à partir des résultats donnant la valeur de chaque propriété en fonction du temps. Vérifier s'il y a des valeurs aberrantes. Les valeurs aberrantes sont facilement identifiées avec la courbe propriété-temps affichant à la fois les résultats d'essai et la courbe lissée. L'utilisation du coefficient de détermination (R^2) est un bon outil pour trouver les valeurs aberrantes.

Le paragraphe suivant ne n'est pas valable si la relaxation de contrainte avec enregistrement continu est utilisée. Un exemple de la courbe propriété-temps (pour une température) pour atteindre la valeur limite avec ajustement de la courbe est illustré à la Figure 1.

À ce stade, il n'est pas permis d'extrapoler à partir des résultats d'essai jusqu'à la valeur limite.



Légende

- p Valeur de la propriété (dégradation en %)
 t temps (x 100 heures)

Figure 1 — Exemple de courbe propriété-temps avec valeur limite de 70 %

NOTE Pour une meilleure compréhension, un exemple est présenté dans l'Annexe B.

En effectuant des essais avec enregistrement continu des résultats, par exemple les essais de relaxation de contrainte, l'ajustement des courbes n'est pas nécessaire. Un exemple d'un tel graphique est fourni à la Figure 2.