
**Systèmes de canalisations et de gaines
en matières plastiques — Détermination
de la résistance hydrostatique à long
terme des matières thermoplastiques
sous forme de tubes par extrapolation**

Plastics piping and ducting systems — Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

ISO 9080:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-273d3e4338a8/iso-9080-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 9080:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-273d3e4338a8/iso-9080-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-273d3e4338a8/iso-9080-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

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
0.1 Généralités	v
0.2 Principes	v
0.3 Utilisation de la méthode	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Obtention des données	3
4.1 Conditions d'essai	3
4.2 Répartition des niveaux de pression et des gammes de tenues	3
5 Mode opératoire	3
5.1 Acquisition des données et analyse	3
5.2 Facteurs d'extrapolation dans le temps des polyoléfines (polymères semi-cristallins)	7
5.3 Facteurs d'extrapolation des polymères amorphes vitreux à base de chlorure de vinyle	7
5.4 Facteurs d'extrapolation d'autres polymères que ceux mentionnés en 5.2 et 5.3	8
6 Exemple de calcul, validation du logiciel	8
7 Rapport d'essai	8
Annexe A (normative) Méthodes d'analyse	10
Annexe B (normative) Recherche automatique d'un genou	14
Annexe C (informative) Application de la SEM à des résultats d'essais de rupture sous contrainte pour un polymère semi-cristallin	15
Annexe D (informative) Application de la SEM à des résultats d'essais de rupture sous contrainte pour un polymère à base de chlorure de vinyle	23
Annexe E (informative) Logiciel pour le calcul des résultats d'essais de rupture sous contrainte conformément à l'ISO 9080	29
Bibliographie	30

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 9080 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 138, *Tubes, raccords et robinetterie en matières plastiques pour le transport des fluides*, sous-comité SC 5, *Propriétés générales des tubes, raccords et robinetteries en matières plastiques et leurs accessoires — Méthodes d'essais et spécifications de base*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 9080:2003), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les modifications suivantes ont été apportées:

- la présente norme ne traitant que de mathématiques pour l'extrapolation et le calcul de la résistance à long terme, toutes les références à la durée de vie ont été retirées;
- une description plus précise du nombre et de la distribution des observations ainsi que de l'utilisation de l'extrapolation a été ajoutée;
- les observations dans l'exemple de l'Annexe C ont été modifiées afin d'être conformes aux spécifications de la présente norme et, par conséquent, les résultats des calculs de régression ont été mis à jour;
- une deuxième série d'observations a été ajoutée dans l'Annexe D afin de fournir une évaluation selon le modèle à 3 paramètres (voir l'Annexe C) et selon le modèle à 4 paramètres (voir l'Annexe D);
- un second logiciel a été évalué et ajouté dans l'Annexe E.

Introduction

0.1 Généralités

La présente méthode normalisée d'extrapolation (SEM, *standard extrapolation method*) est destinée à être utilisée en vue d'évaluer la résistance hydrostatique à long terme d'une matière sous forme de tube. Les normes de produit comportent des exigences spécifiques relatives aux propriétés physiques et mécaniques de la matière utilisée pour l'application prévue. Il est bien entendu que la méthode normalisée d'extrapolation (SEM) décrite dans le présent document n'est pas destinée à rejeter des modes opératoires existants de détermination des contraintes de calcul ou des pressions admissibles des canalisations en matières plastiques, ni à rejeter des canalisations à base de matières qui, contrôlées selon ces modes opératoires, donnent satisfaction depuis de nombreuses années.

Des logiciels ont été développés pour l'analyse SEM, telle que décrite dans l'Annexe A et l'Annexe B. Des programmes, basés sur Windows, sont disponibles sur le marché (voir l'Annexe E). L'utilisation de ce type de logiciel est recommandée.

0.2 Principes

L'aptitude d'une matière plastique pour un tube soumis à la pression est déterminée par sa performance à long terme sous contrainte hydrostatique lorsqu'elle est soumise à essai sous la forme d'un tube, en tenant compte des conditions de service envisagées (par exemple, la température). Pour des raisons de conception, par convention, cela s'exprime à l'aide de la contrainte hydrostatique (circonférentielle) à laquelle un tube en plastique à base de la matière considérée, est estimé pouvoir résister pendant 50 ans à la température ambiante de 20 °C, avec de l'eau comme milieu interne d'essai. Le milieu extérieur peut être de l'eau ou de l'air. La présente méthode ne présume pas de la durée de vie en service. Dans certains cas, il est nécessaire de déterminer la valeur de la résistance hydrostatique pour des durées de conception plus courtes ou des températures plus élevées, ou, à l'occasion, pour les deux. La méthode donnée par la présente Norme internationale est conçue de manière à répondre aux besoins de ces deux types d'estimation. Le résultat obtenu indique la limite inférieure de prévision (LPL, *lower prediction limit*), qui est la limite inférieure de confiance de la prévision de la valeur de la contrainte qui peut provoquer la rupture en un temps et à une température donnés.

La présente Norme internationale donne un mode opératoire décisif incorporant une méthode d'extrapolation utilisant des données d'essai obtenues à différentes températures, analysées à l'aide d'une régression linéaire multiple. Les résultats permettent de déterminer les valeurs de calcul spécifiques à la matière, selon les modes opératoires décrits dans les normes de produit concernées.

La présente régression linéaire multiple s'appuie sur les processus les plus fidèlement décrits par les modèles $\log_{10}(\text{contrainte})$ en fonction de $\log_{10}(\text{temps})$.

Afin d'estimer la valeur des prévisions du modèle utilisé, il a été considéré comme nécessaire d'utiliser la limite inférieure de prévision à 97,5 % (LPL). La limite inférieure de prévision à 97,5 % est équivalente à la limite inférieure de confiance à 97,5 % pour la valeur prévue. Cette convention est utilisée dans les calculs mathématiques, afin d'être en accord avec la littérature. Cela nécessite l'utilisation de techniques statistiques.

La méthode peut constituer une base pour l'interpolation et l'extrapolation des caractéristiques des contraintes de rupture à des conditions de service différentes de la condition conventionnelle de 50 ans à 20 °C (voir 5.1.5).

Les matières thermoplastiques en forme de tube telles que le polymère thermoplastique rempli de minéraux, les thermoplastiques renforcés de fibre, les thermoplastiques plastifiés, les mélanges et les alliages peuvent faire l'objet de considérations supplémentaires concernant la prédiction de la résistance à long terme qui doit être prise en compte dans les normes de produit correspondantes.

Il est essentiel que le milieu utilisé pour la mise sous pression des tubes n'ait pas d'influence défavorable sur le tube. L'eau est, en général, considérée comme étant un milieu de cette nature.

De longues considérations ont été nécessaires pour déterminer quelle variable devait être prise comme variable indépendante pour calculer la résistance hydrostatique à long terme. Il y avait le choix entre le temps et la contrainte.

La question de base, à laquelle la méthode doit répondre, peut se poser des deux manières suivantes:

- a) Quelle est la contrainte maximale (ou la pression) qu'une matière donnée sous forme de tubes peut supporter à une température donnée pendant une durée fixée?
- b) Quel est le temps estimé avant rupture pour une matière sous forme de tube soumise à une contrainte et une température donnée?

Les deux questions sont pertinentes.

Si les données expérimentales relatives au tube considéré ne sont pas dispersées et si la matière constitutive de ce tube peut être parfaitement décrite par le modèle empirique retenu, la régression est identique si la variable indépendante est soit le temps, soit la contrainte. Or, ce n'est jamais le cas, car les circonstances d'essai ne sont jamais parfaites et la matière n'est pas homogène à 100 %. Les observations sont donc toujours dispersées. Par conséquent, les régressions calculées en utilisant les deux variables indépendantes optionnelles ne sont pas identiques et la différence augmente avec la dispersion.

Il est admis que le temps est la variable la plus sensible à une grande variation (dispersion); il doit être considéré comme la variable dépendante (variable aléatoire) afin de permettre un traitement statistique correct des données, selon la présente méthode. Cependant, pour des raisons pratiques, l'industrie préfère représenter la contrainte en fonction du temps, pris comme variable indépendante.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

0.3 Utilisation de la méthode

L'objet de la présente méthode d'extrapolation est:

- a) d'estimer la limite inférieure de la prévision¹⁾ (au niveau de probabilité de 97,5 %) de la contrainte à laquelle un tube, à base de la matière considérée, peut résister pendant 50 ans à la température ambiante de 20 °C, avec de l'eau ou de l'air comme ambiance d'essai; conformément à l'ISO 12162, la valeur de cette limite inférieure de la prévision est définie comme valeur de la MRS et permet d'établir une classification de la matière;
- b) d'estimer la valeur de la limite inférieure de la prévision (au niveau de probabilité de 97,5 %) de la contrainte soit à des durées de conception ou à des températures différentes, soit aux deux à l'occasion; conformément à l'ISO 12162, la valeur de cette limite inférieure de la prévision est définie comme valeur de la $CRS_{\theta,t}$ et elle est utilisée à des fins de conception.

Il existe de nombreux modèles d'extrapolation, qui diffèrent entre eux par le nombre de leurs termes. La présente SEM utilise seulement des modèles à deux, trois ou quatre paramètres.

L'ajustement peut être amélioré en ajoutant davantage de termes, mais l'incertitude des prévisions augmenterait.

La SEM décrit un mode opératoire pour estimer la limite inférieure de prévision (au niveau de probabilité de 97,5 %), qu'il y ait un genou (preuve de la transition entre le type de données A et le type B) ou non (voir l'Annexe B).

La matière est soumise à essai sous forme d'un tube pour que la méthode soit applicable.

Le résultat final de la SEM, pour une matière donnée, est la limite inférieure de la prévision (au niveau de probabilité de 97,5 %) de la résistance hydrostatique, exprimée en termes de contrainte circonférentielle à une durée et à une température données.

Pour les tubes multicouches, la résistance hydrostatique sous pression à long terme des produits doit être déterminée conformément à l'ISO 17456.

1) Dans différents documents ISO, la limite inférieure de prévision (LPL, *lower prediction limit*) est improprement définie comme la limite inférieure de confiance (LCL, *lower confidence limit*), où LCL est la limite inférieure de confiance à 97,5 % de la moyenne de la résistance hydrostatique.

Pour les tubes thermoplastiques renforcés et les composites, les lignes directrices pour l'utilisation de la présente méthode sont données dans les normes de produit.

Des lignes directrices pour la résistance à long terme d'une matière spécifique, ainsi que des lignes de référence, sont données dans les normes de produit appropriées.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 9080:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-273d3e4338a8/iso-9080-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-273d3e4338a8/iso-9080-2012>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9080:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-273d3e4338a8/iso-9080-2012>

Systèmes de canalisations et de gaines en matières plastiques — Détermination de la résistance hydrostatique à long terme des matières thermoplastiques sous forme de tubes par extrapolation

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit une méthode d'estimation de la résistance hydrostatique à long terme des matières thermoplastiques à l'aide d'une extrapolation par les statistiques. La méthode peut être utilisée pour tous les types de tubes thermoplastiques aux températures appropriées. Elle a été développée sur la base de données d'essai provenant de systèmes de canalisations.

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 1167-1, *Tubes, raccords et assemblages en matières thermoplastiques pour le transport des fluides — Détermination de la résistance à la pression interne — Partie 1: Méthode générale*

ISO 1167-2, *Tubes, raccords et assemblages en matières thermoplastiques pour le transport des fluides — Détermination de la résistance à la pression interne — Partie 2: Préparation des éprouvettes tubulaires*

ISO 2507-1:1995, *Tubes et raccords en matières thermoplastiques — Température de ramollissement Vicat — Partie 1: Méthode générale d'essai*

ISO 3126, *Systèmes de canalisations en plastiques — Composants en plastiques — Détermination des dimensions*

ISO 11357-3, *Plastiques — Analyse calorimétrique différentielle (DSC) — Partie 3: Détermination de la température et de l'enthalpie de fusion et de cristallisation*

ISO 12162, *Matières thermoplastiques pour tubes et raccords pour applications avec pression — Classification, désignation et coefficient de calcul*

ISO 17456, *Systèmes de canalisations en matières plastiques — Tubes multicouches — Détermination de la résistance à long terme*

3 Termes et définitions

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

3.1

pression interne

p

force par unité de surface, exercée par le fluide dans le tube, en bars

3.2

contrainte

σ

force par unité de surface dans la paroi du tube, exercée dans le sens circonférentiel, due à la pression interne, en mégapascals

NOTE Elle est dérivée de la pression interne, à l'aide de l'équation simplifiée suivante:

$$\sigma = \frac{p(d_{em} - e_{y,min})}{20e_{y,min}}$$

où

- p est la pression interne, en bars;
- d_{em} est le diamètre extérieur moyen du tube, en millimètres;
- $e_{y,min}$ est l'épaisseur minimale de paroi du tube, en millimètres.

3.3
température d'essai

T_t
température à laquelle les données sur la rupture sous contrainte ont été déterminées, en degrés Celsius

3.4
température maximale d'essai

$T_{t,max}$
température maximale à laquelle les données sur la rupture sous contrainte ont été déterminées, en degrés Celsius

3.5
température de service

T_s
température à laquelle le tube sera utilisé, en degrés Celsius

3.6
tendue

t
durée avant l'apparition d'une fuite du tube, en heures

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.7
durée maximale d'essai

t_{max}
durée obtenue en faisant la moyenne des logarithmes des cinq tenues les plus longues, en heures

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-273d3e4338a8/iso-9080-2012>
[ISO 9080:2012](#)

3.8
durée de l'extrapolation

t_e
limite temporelle pour laquelle une extrapolation est admise, en heures

3.9
résistance hydrostatique à long terme

σ_{LTHS}
grandeur ayant les dimensions d'une contrainte, qui représente la résistance moyenne prévue à la température T pendant une durée t , en mégapascals

3.10
limite inférieure de confiance de la résistance hydrostatique prévue

σ_{LPL}
grandeur ayant les dimensions d'une contrainte, qui représente la limite inférieure de confiance à 97,5 % de la résistance hydrostatique prévue à une température T et pendant une durée t , en mégapascals

NOTE Elle est donnée par

$$\sigma_{LPL} = \sigma(T, t, 0,975)$$

3.11
genou, type de données A, type de données B

point d'intersection de deux branches à la même température; les points de données utilisés pour calculer la première branche sont de type A, ceux utilisés pour calculer la seconde branche sont de type B

3.12**branche**

ligne de pente constante de la courbe $\log_{10}(\text{contrainte})$ en fonction de $\log_{10}(\text{temps})$ correspondant au même mode de rupture

3.13**facteur d'extrapolation** k_e

facteur pour le calcul de la durée d'extrapolation

4 Obtention des données**4.1 Conditions d'essai**

Les données de rupture sous contrainte des tubes doivent être déterminées conformément à l'ISO 1167-1 et à l'ISO 1167-2. La détermination de la résistance à la pression interne doit être réalisée avec des tubes rectilignes.

Le diamètre extérieur moyen et l'épaisseur minimale de paroi de chaque éprouvette doivent être déterminés selon l'ISO 3126.

Pour l'ensemble des calculs, les tubes soumis à essai doivent avoir la même dimension nominale, être produits avec le même lot de matériau et provenir de la même série d'extrusion.

Dans le cas de matériaux existants évalués conformément à l'ISO/TR 9080:1992 ou l'ISO 9080:2003, les données initiales peuvent être complétées par des données supplémentaires obtenues à partir d'autres lots, en vue de répondre aux exigences mentionnées en 4.2. Dans ce cas, il convient que ces données complémentaires soient réparties de manière régulière à chaque température et qu'elles soient documentées dans le rapport d'essai.

4.2 Répartition des niveaux de pression et des gammes de tenues

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08682920-e5e9-4585-aa3f-373d3e4328a8/iso-9080-2012>

4.2.1 Pour chaque température sélectionnée, un minimum de 30 points d'observations doit être obtenu, régulièrement espacés sur la durée de l'essai. Les niveaux de pressions internes doivent être choisis de sorte qu'il y ait, au moins, quatre observations au-dessus de 7 000 h et au moins une au-dessus de 9 000 h (voir aussi 5.1.5). En cas de prévision basée sur la seconde branche, un nombre minimal de 20 observations est nécessaire pour les secondes branches, avec un minimum de 5 observations par température.

4.2.2 À toutes les températures, les tenues inférieures ou égales à 10 h doivent être éliminées.

4.2.3 À des températures ≤ 40 °C, les tenues jusqu'à 1 000 h peuvent être négligées, à condition que le nombre d'observations restantes soit conforme à 4.2.1. Dans ce cas, à la (aux) température(s) sélectionnée(s), tous les points situés sous la durée sélectionnée doivent être éliminés.

4.2.4 Les éprouvettes non rompues au-dessus de 1 000 h peuvent servir d'observations pour les calculs de régression linéaire multiple et pour la détermination de la présence d'un genou. Sinon, il convient qu'elles soient éliminées, à condition que le nombre d'observations restantes soit conforme à 4.2.1.

5 Mode opératoire**5.1 Acquisition des données et analyse****5.1.1 Généralités**

La méthode est fondée sur une régression linéaire multiple, dont les détails du calcul sont donnés à l'Annexe A. Elle exige des essais à au moins deux températures et des durées de 9 000 h ou plus et s'applique qu'il y ait ou non des indications relatives à la présence d'un genou.

5.1.2 Données expérimentales exigées

Obtenir des résultats d'essai selon l'Article 4, et, selon les conditions mentionnées ci-après, à deux températures ou plus T_1, T_2, \dots, T_n .

- a) L'écart entre deux températures successives doit être au moins de 10 °C et au plus de 50 °C.
- b) L'une des températures d'essai doit être de 20 °C ou de 23 °C.
- c) La température d'essai la plus élevée, $T_{t,max}$, ne doit pas être supérieure à la température de ramollissement Vicat, VST_{B50} , déterminée selon l'ISO 2507-1:1995, diminuée de 15 °C pour les polymères amorphes vitreux, ou bien à la température de fusion déterminée selon l'ISO 11357-3 diminuée de 15 °C pour les polymères semi-cristallins.
- d) Le nombre d'observations et la répartition des niveaux de pression interne à chaque température doivent être conformes à 4.2.
- e) Pour obtenir une estimation optimale de σ_{LPL} , la gamme des températures d'essai doit être choisie de telle sorte qu'elle inclut la température de service ou la zone des températures de service.

Les défaillances dues à une contamination peuvent être éliminées, à condition que le nombre d'observations restantes soit conforme au 4.2.1.

Tous les points de données valides doivent être inclus dans les calculs.

Pour la plupart des matières, l'environnement et les températures d'essai sont spécifiées dans les normes de produit appropriées.

iTeh STANDARD PREVIEW

5.1.3 Recherche d'un genou et validation des données et du modèle

Utiliser le mode opératoire donné à l'Annexe B pour la recherche d'un genou.

Après avoir repéré un genou à une quelconque température particulière, scinder les données en deux groupes, l'un correspondant à la première branche (type de données A) et l'autre à la seconde branche (type de données B).

Ajuster la régression linéaire multiple décrite dans l'Annexe A séparément en utilisant d'abord tous les points de la première branche (type de données A) à toutes les températures, puis tous les points de la seconde branche (type de données B) à toutes les températures.

Lors de l'étude de la présence d'un genou, il convient d'attirer l'attention sur le fait qu'il peut s'agir d'une rupture due à une dégradation. Il convient que de telles données (caractérisées habituellement par une courbe pratiquement indépendante de la contrainte et reconnaissable de visu) ne soient pas prises en compte pour le calcul, mais qu'elles soient utilisées uniquement pour la détermination de la durée de l'extrapolation (voir 5.1.5).

S'il s'avère évident que la recherche automatique d'un genou ne correspond pas à l'examen visuel du diagramme, les points de données de type A et de type B situés dans la région du genou prévu peuvent faire l'objet d'une reclassification manuelle en vue d'obtenir un meilleur alignement de la position du genou avec les données. Dans ce cas, tous les points de données situés à des niveaux de contrainte plus élevés que celui de la transition de type A en type B, nouvellement définie, doivent être déclarés de type A et tous les points situés à des niveaux de contrainte inférieurs doivent être considérés comme étant de type B. L'extrapolation doit être réalisée sans recherche automatique d'un genou. Il est recommandé, dans ce cas de figure, d'obtenir un plus grand nombre de points de données au-delà de la durée du genou prévu.

Les raisons pour appliquer le mode opératoire manuel ainsi que les détails des changements apportés pour l'analyse doivent être justifiés et inclus dans le rapport d'essai (voir Article 7).

5.1.4 Vérification visuelle

Porter les points de données observés, les droites de la régression linéaire de σ_{LTHS} et les courbes σ_{LPL} sur un diagramme avec une échelle $\log_{10}\sigma / \log_{10}(\text{temps})$.

5.1.5 Durée d'extrapolation et facteur d'extrapolation

Déterminer la durée d'extrapolation, t_e , à l'aide des renseignements et des modes opératoires suivants.

Les limites de temps, t_e , admises pour l'extrapolation, sont liées à des valeurs qui dépendent de la température. Le facteur d'extrapolation dans le temps, k_e , fonction de ΔT , est fondé sur l'équation suivante:

$$\Delta T = T_t - T$$

où

T_t est la température d'essai considérée à laquelle le facteur d'extrapolation dans le temps, k_e , est appliqué, $T_t \leq T_{t,max}$, en degrés Celsius;

$T_{t,max}$ est la température d'essai maximale, en degrés Celsius;

T est la température à laquelle la durée d'extrapolation est calculée, $T_s \leq T$, en degrés Celsius;

T_s est la température de service, en degrés Celsius.

Calculer la durée de l'extrapolation, t_e , à l'aide de l'équation suivante:

$$t_e = k_e t_{max}$$

Obtenir la durée maximale d'essai t_{max} , en faisant la moyenne des logarithmes des cinq tenues les plus longues, pas nécessairement au même niveau de contrainte, mais à la même température. Les éprouvettes non rompues peuvent, dans ce sens, être considérées comme des points de données. Tous ces points doivent faire partie de la population à l'aide de laquelle les calculs sont effectués.

Si les données obtenues à la température maximale d'essai ne sont pas utilisées pour la détermination du modèle de régression, ces données doivent uniquement être utilisées pour la détermination de la durée maximale d'essai t_{max} , et donc pour la durée d'extrapolation t_e . Les choix faits pour les calculs doivent être justifiés et mentionnés dans le rapport d'essai. L'extrapolation n'est pas autorisée au-delà de la gamme de température du modèle de régression.

Les données obtenues peuvent être utilisées pour prévoir la résistance à des températures inférieures de 20 °C maximum par rapport à cette température, à condition que l'état de la matière ne varie pas (par exemple, transition vitreuse).

NOTE Il est recommandé que les données d'essai soient générées à la température prévue la plus basse pour démontrer la performance.

Des exemples de l'application du facteur d'extrapolation dans le temps sont présentés dans les Figures 1 à 3. La Figure 2 représente le cas où il n'y a de genou qu'à la température la plus élevée. La Figure 3 concerne le cas typique où un genou est décelé aux températures élevées. Les valeurs du facteur d'extrapolation, k_e , sont indiquées en 5.2 et 5.3.

NOTE Dans les cas similaires à la Figure 2, t_{max} est positionné au niveau du point du genou.