

---

---

**Plastiques — Détermination des limites  
temps-températures après exposition à  
l'action prolongée de la chaleur**

iTeh Standards

(<http://standards.iteh.ai>)

*Plastics — Determination of time-temperature limits after prolonged  
exposure to heat*

Document Preview

ISO 2578:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/2ece0955-8cfe-4971-b5d3-54be27dc1523/iso-2578-1993>



Sommaire

	Page
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références normatives ..... 1
3	Définitions ..... 2
4	Principe ..... 2
5	Choix de l'essai ..... 3
6	Choix de la limite d'essai ..... 3
7	Éprouvettes ..... 3
8	Températures d'exposition ..... 3
9	Étuves de vieillissement ..... 4
10	Mode opératoire ..... 4
11	Calcul, évaluation des résultats ..... 4
12	Détermination de l'indice relatif de température ..... 7
13	Rapport d'essai ..... 8

Annexes

A	Calcul de la droite de régression ..... 9
B	Coefficient de corrélation ..... 13
C	Programme de durées d'exposition recommandées pour les propriétés principales ..... 14

## 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 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.

La Norme internationale ISO 2578 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 6, *Vieillissement et résistance aux agents chimiques et environnants*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2578:1974), dont elle constitue une révision technique.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

## **Introduction**

Lors de l'élaboration de la présente Norme internationale, il a été tenu compte de la CEI 216. Par conséquent, les termes et définitions de cette norme, ainsi que les modes opératoires sont en accords ou identiques à ceux prescrits dans la CEI 216.

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

[ISO 2578:1993](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/2ece0955-8cfe-4971-b5d3-54be27dc1523/iso-2578-1993)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/2ece0955-8cfe-4971-b5d3-54be27dc1523/iso-2578-1993>

# Plastiques — Détermination des limites temps-températures après exposition à l'action prolongée de la chaleur

## 1 Domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale établit des principes et prescrit un mode opératoire pour l'évaluation des propriétés d'endurance thermique des plastiques exposés à une température élevée durant de longues périodes.

**1.2** Quand l'expression endurance thermique est utilisée, elle concerne des essais effectués dans l'air, en évitant toute autre influence, telle que l'application d'une contrainte sur les éprouvettes. Des modes opératoires d'essai différents sont nécessaires lorsque les propriétés d'endurance thermique sont déterminées dans différents environnements et/ou avec différentes contraintes appliquées aux éprouvettes.

**1.3** Selon la présente Norme internationale, les caractéristiques permettant l'étude du vieillissement thermique des plastiques sont exclusivement déterminées à partir de la modification de certaines propriétés à la suite d'un séjour à température élevée. Les propriétés étudiées sont toujours mesurées après retour à la température ambiante.

Les différentes propriétés des plastiques se modifient en fonction du vieillissement thermique avec des vitesses variables.

Pour permettre la comparaison du vieillissement thermique des différents plastiques, on détermine le type de propriété à étudier et la valeur limite admissible pour le critère de jugement.

**1.4** L'application de la présente Norme internationale suppose qu'entre les logarithmes des durées d'essai nécessaires pour provoquer les modifications de propriétés prédéterminées et les inverses des températures absolues correspondantes, il existe une relation pratiquement linéaire (loi d'Arrhénius).

S'assurer que, pour le plastique étudié, aucune transition, en particulier du premier ordre, ne se trouve incluse dans l'intervalle de températures considéré.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 291:1977, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*.

CEI 216-1:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques — Partie 1: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai*.

CEI 216-2:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques — Partie 2: Choix de critères d'essai*.

CEI 216-3-1:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques — Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique — Section 1: Calculs basés sur les valeurs moyennes des résultats complets normalement distribués*.

CEI 216-3-3:—,<sup>1)</sup> *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux iso-*

1) À publier. [15B (B.C.) 82]

*lants électriques — Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique — Section 3: Calculs applicables aux résultats incomplets.*

CEI 216-4-1:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques — Partie 4: Étuves de vieillissement — Section 1: Étuves à une seule chambre.*

CEI 216-5:1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques — Partie 5: Guide pour l'utilisation des caractéristiques d'endurance thermique.*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 indice de température (IT):** Nombre correspondant à la température, en degrés Celsius, déduite de la relation d'endurance thermique pour un temps donné (normalement égal à 20 000 h).

**3.2 indice relatif de température (IRT):** Indice de température d'un matériau en essai, obtenu à partir du temps correspondant à l'indice de température connu d'un matériau de référence, lorsque ces deux matériaux sont soumis aux mêmes modes de vieillissement et de diagnostic, dans un essai comparatif.

**3.3 intervalle de division par deux (IDC):** Nombre correspondant à l'intervalle de température, en degrés Celsius, qui exprime la division par deux du temps jusqu'au point limite, pris à la température de l'IT ou de l'IRT.

L'IDC est une mesure de la pente du graphique d'endurance thermique. Ce n'est pas une constante car il varie avec la température même lorsque la relation d'endurance thermique est linéaire. Dans de nombreux cas, l'erreur due à l'utilisation de l'IDC dans l'intervalle de températures considéré reste dans des limites acceptables.

**3.4 graphique d'endurance thermique** (graphique d'Arrhénius): Graphique sur lequel le logarithme du temps nécessaire pour atteindre un point limite prescrit, lors d'un essai d'endurance thermique, est porté en fonction de l'inverse de la température thermodynamique (absolue) d'essai.

**3.5 valeur seuil:** Valeur correspondant à un pourcentage de la valeur initiale de la propriété étudiée à partir de laquelle l'essai de vieillissement est arrêté et à partir de laquelle le temps de défaillance est calculé.

#### NOTES

1 Le taux de 50 % est souvent utilisé pour déterminer la valeur seuil.

2 Si une valeur minimale est demandée après vieillissement, il peut être convenu entre les parties intéressées d'utiliser cette valeur minimale comme valeur seuil, à la place d'un pourcentage de la valeur initiale.

### 3.6 temps de défaillance d'une éprouvette:

Temps nécessaire, à une température donnée, pour qu'une éprouvette soit ne satisfasse pas à un essai à valeur imposée, soit atteigne la valeur seuil de la caractéristique étudiée.

## 4 Principe

### 4.1 Détermination du temps de défaillance

Les variations de la valeur numérique d'une caractéristique choisie (par exemple, une propriété mécanique, optique, électrique) sont déterminées en fonction du temps à une température choisie. Les opérations sont poursuivies jusqu'à ce que la valeur seuil de la propriété concernée ait été atteinte, donnant ainsi le temps de défaillance pour cette température particulière.

D'autres éprouvettes sont soumises à au moins deux autres températures et les variations de la propriété concernée déterminées. Il est recommandé d'utiliser trois ou quatre températures de vieillissement pour les éprouvettes; pour chacune de ces températures, le temps de défaillance est déterminé.

### 4.2 Détermination de l'indice de température (IT)

Les temps de défaillance sont enregistrés sur le graphique en fonction des inverses des températures d'exposition. L'intersection de la courbe obtenue avec la limite de temps choisie (en général 20 000 h) donne l'indice de température cherché.

### 4.3 Utilisation du coefficient de corrélation ( $r$ )

La validité de l'extrapolation de la courbe dépend de l'obtention d'une courbe d'Arrhénius acceptable, ce qui peut être impossible avec des matériaux présentant, du point de vue comportement, un phénomène de transition dans l'intervalle de températures considéré.

Dans ce but, calculer le coefficient de corrélation  $r$  conformément à l'annexe B. Si le résultat de ce calcul donne une valeur inférieure à 0,95 (pour trois températures d'essai; voir aussi CEI 216), un essai complémentaire à une température de vieillissement différente peut améliorer la linéarité du résultat.

### 4.4 Détermination de l'indice relatif de température (IRT)

Pour la détermination de l'IRT, le plastique de référence choisi, son endurance thermique et le mode de

détermination de celle-ci sont d'une importance primordiale.

Le plastique de référence doit avoir un passé satisfaisant en service. Il doit être du même type que le matériau en essai. Il doit avoir un indice de température connu pour une propriété et une valeur seuil qui soient essentiellement les mêmes ou du moins raisonnablement semblables à ceux utilisés pour l'essai de l'IRT. L'IT et l'IDC du matériau de référence devraient être à peu près les mêmes que ceux présumés du plastique en essai dans l'essai de l'IRT.

Puisque les conditions de préparation peuvent affecter de façon significative les caractéristiques de vieillissement de certains matériaux, on doit admettre que, par exemple, l'échantillonnage, la découpe de la feuille à partir du rouleau approvisionné, la découpe suivant une même direction pour les matériaux anisotropes, le moulage, le traitement, le préconditionnement, etc., doivent être effectués de la même manière pour les deux matériaux, et que les éprouvettes doivent être essayées dans la même épaisseur.

## 5 Choix de l'essai

L'essai choisi doit concerner une propriété qui soit significative pour l'utilisation envisagée; la méthode d'essai doit être fixée par une Norme internationale chaque fois que cela est possible. Dans le cas où les dimensions et/ou la forme des éprouvettes sont modifiées par l'exposition à la chaleur, seules les méthodes d'essai qui ne sont pas influencées par ces effets peuvent être utilisées.

## 6 Choix de la limite d'essai

Pour le choix de la limite d'essai, deux facteurs sont à considérer:

- a) la durée pour laquelle la limite temps-température doit être estimée; dans le cas général, une durée de 20 000 h est recommandée;

NOTE 3 D'autres durées (plus courtes ou plus longues que 20 000 h) peuvent être choisies si nécessaire.

- b) la valeur seuil qui peut être acceptable pour la caractéristique choisie; cette valeur seuil dépend des conditions d'utilisation prévues.

## 7 Éprouvettes

**7.1** Les dimensions et le mode de préparation des éprouvettes doivent être conformes aux prescriptions de la méthode d'essai choisie.

**7.2** Pour un critère d'essai destructif, le nombre total minimal nécessaire  $n$  d'éprouvettes dépend

- du nombre  $a$  d'éprouvettes nécessaires pour un essai, selon la spécification décrivant cet essai;
- du nombre  $b$  d'essais nécessaires pour déterminer la limite d'essai à une température d'exposition;
- du nombre  $c$  de températures d'exposition;
- du nombre  $d$  d'éprouvettes nécessaires pour effectuer l'essai initial, avant vieillissement thermique.

Le nombre total minimal d'éprouvettes nécessaires est de

$$n = abc + d$$

Pour un critère non destructif, et pour chaque température, un ensemble de cinq éprouvettes convient dans la plupart des cas.

### NOTES

4 Compte tenu du grand nombre d'éprouvettes à essayer, il peut être possible dans certains cas, en s'écartant des normes d'essai correspondantes, de réduire ce nombre. Il y a lieu toutefois de se souvenir que la précision du résultat d'essai dépend pour une grande part du nombre d'éprouvettes essayées.

5 À l'inverse, lorsque les résultats individuels sont trop dispersés, une augmentation du nombre des éprouvettes peut être nécessaire afin d'obtenir une précision satisfaisante.

6 Il est conseillé de définir approximativement, par des essais préliminaires, le nombre et la durée des essais de vieillissement nécessaires.

## 8 Températures d'exposition

**8.1** Les éprouvettes doivent être exposées à au moins trois températures couvrant un intervalle permettant de déterminer la limite temps-température par extrapolation, avec le degré de précision exigé. La température d'exposition la plus basse doit être choisie de façon que la durée considérée pour atteindre la valeur seuil soit d'au moins 5 000 h. La température la plus élevée doit également être choisie de façon que la durée considérée ne soit pas inférieure à 100 h. La température d'essai la plus basse ne doit pas être supérieure de plus de 25 °C à l'indice de température prévu.

**8.2** Si la limite de température cherchée est destinée à une durée autre que 20 000 h (voir article 6, note 3), la température d'exposition la plus basse doit être choisie de façon que la durée nécessaire pour atteindre la valeur seuil soit au moins le quart du temps limite choisi pour l'extrapolation.



**8.3** Le choix de températures d'exposition convenables nécessite la connaissance préalable d'informations sur le matériau en essai. Si ces informations ne sont pas disponibles, des essais préliminaires peuvent aider à choisir les températures d'essai souhaitables pour évaluer les caractéristiques d'endurance thermique.

## 9 Étuves de vieillissement

Les étuves de vieillissement doivent être utilisées conformément à la CEI 216-4, en particulier en ce qui concerne les tolérances sur la température, la circulation et le renouvellement de l'air.

## 10 Mode opératoire

**10.1** En complément aux éprouvettes soumises au vieillissement thermique, un nombre adéquat d'éprouvettes doit être conservé séparément comme réserve, pour être utilisées le cas échéant

- pour effectuer un vieillissement à une autre température, de façon à améliorer la précision;
- comme matériau de référence.

Les éprouvettes doivent être stockées dans une atmosphère contrôlée appropriée (voir ISO 291).

**10.2** Avant de mettre en route le mode opératoire de vieillissement, un essai initial doit être effectué à la température ambiante avec le nombre d'éprouvettes conditionnées indiqué dans la norme du produit concerné, et essayées conformément à la méthode d'essai choisie.

Les matériaux thermodurcissables doivent être conditionnés durant 48 h à la température d'essai la plus basse choisie.

NOTE 7 Si nécessaire, il convient de recuire les matériaux thermoplastiques durant 48 h à la température d'essai la plus basse choisie.

**10.3** Le nombre requis d'éprouvettes doit être placé dans chaque étuve maintenue à la température choisie.

S'il y a un risque d'influence entre des éprouvettes provenant de matières plastiques différentes, des étuves séparées doivent être utilisées pour chaque matière plastique.

**10.4** À la fin de chaque période de chauffage (voir note 8), le nombre d'éprouvettes nécessaires est retiré de l'étuve et conditionné si nécessaire dans l'atmosphère contrôlée appropriée (voir ISO 291). L'essai doit alors être effectué à la température ambiante, conformément au mode opératoire de l'essai choisi.

NOTE 8 Au-delà de la première semaine pendant laquelle le nombre de déterminations de la propriété étudiée peut varier selon le matériau essayé, les durées d'essai sont généralement choisies conformément à l'annexe C.

**10.5** Ce mode opératoire doit être poursuivi jusqu'à ce que la caractéristique étudiée atteigne la valeur seuil de la propriété concernée.

## 11 Calcul, évaluation des résultats

**11.1** Qu'il s'agisse d'un essai destructif ou d'un essai non destructif, pour chaque température et pour chaque durée d'exposition, la valeur de la propriété choisie doit être reportée sur le graphique (voir figure 1) en fonction du logarithme de la durée. Le point où cette courbe intersecte la parallèle à l'axe des abscisses passant par le point limite est le temps de défaillance.

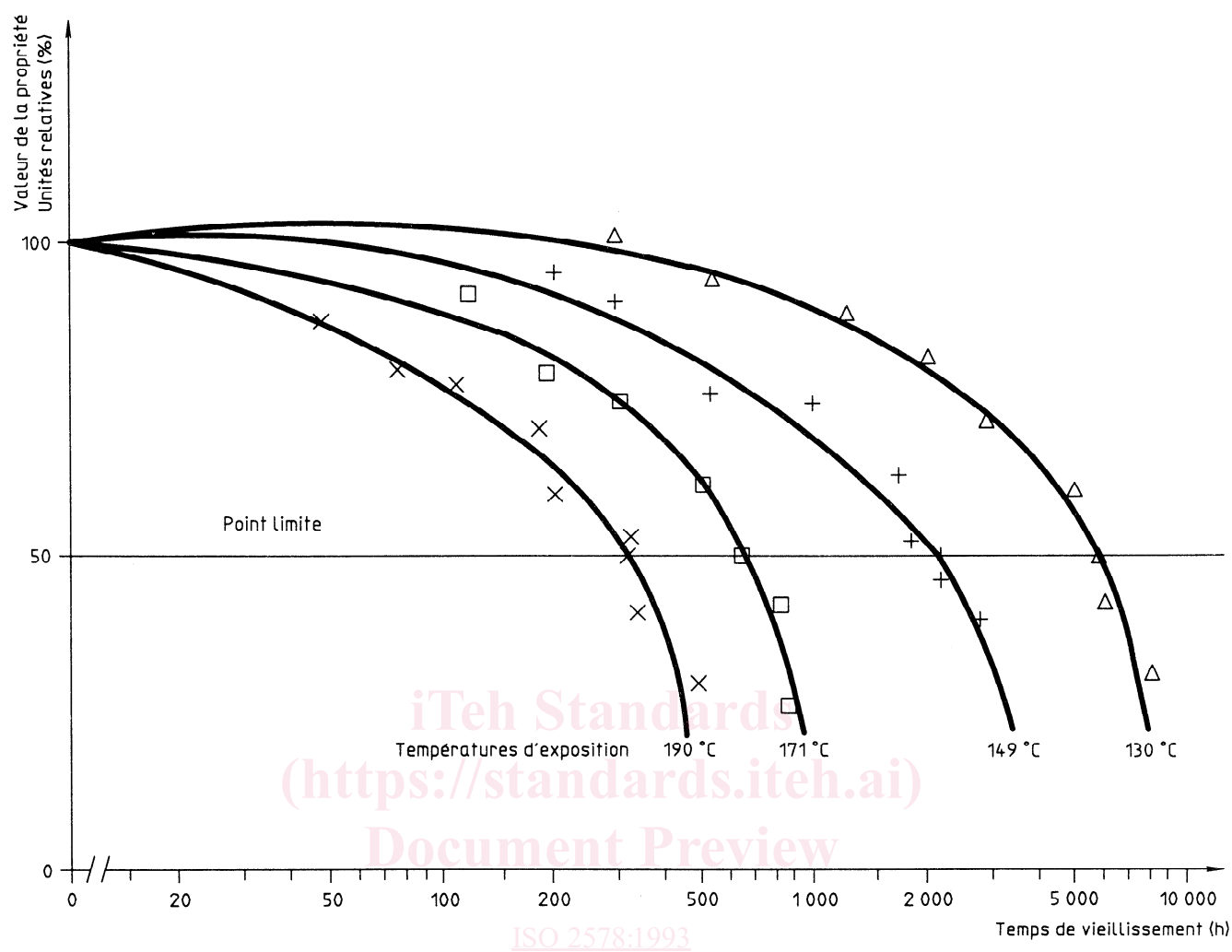
Dans le cas d'utilisation d'un essai avec valeur imposée, les temps de défaillance doivent être calculés comme la valeur moyenne des temps unitaires.<sup>2)</sup>

**11.2** Le calcul de la courbe d'endurance thermique est fondé sur ces temps de défaillance et sur les différentes températures d'exposition. Dans le cas où l'on utilise des valeurs moyennes, les logarithmes des moyennes représentent les logarithmes des temps de défaillance.

**11.3** Une droite de régression du premier ordre doit être calculée conformément à l'annexe A.

2) Voir CEI 216-1:1990, paragraphe 11.1.





**Figure 1 — Détermination du temps nécessaire pour atteindre le point limite à chaque température — Variation d'une propriété (D'après la CEI 216-1)**

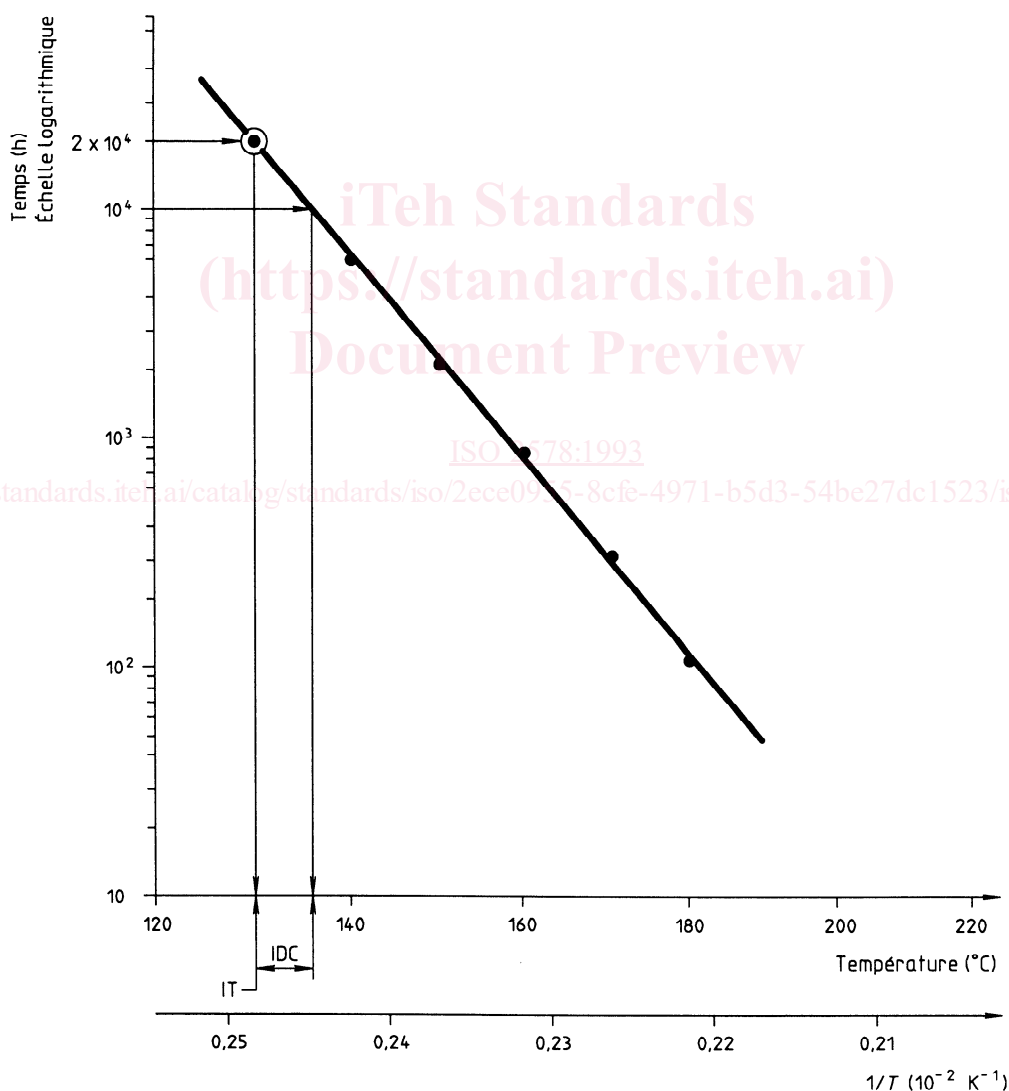
**11.4** Les temps de défaillance doivent être reportés en fonction des températures d'exposition sur un papier graphique avec une échelle de temps logarithmique en ordonnée, et en abscisse une échelle inverse des températures absolues, mais indiquant cependant les valeurs correspondantes en degrés Celsius. La droite de regression du premier ordre doit être tracée à partir des points reportés sur le graphique; elle représente l'endurance thermique du matériau essayé. Un exemple est donné à la figure 2.

**11.5** La température correspondant à la durée limite choisie (en général, 20 000 h) et l'intervalle de division par deux doivent être calculés conformément à l'annexe A; le coefficient de corrélation doit être calculé conformément à l'annexe B.

## NOTES

9 Lorsque l'échelle des températures choisies est telle qu'à des graduations égales correspondent des intervalles égaux de kelvins à la puissance moins un, les divers points obtenus s'alignent sur une droite, s'il existe une relation linéaire évidente.

10 Lorsque l'intervalle de températures utilisé est peu étendu, on peut se contenter de préparer un graphique où l'échelle des abscisses est proportionnelle aux températures; dans ce cas, la courbe ne pourra être assimilée à une droite qu'avec beaucoup de circonspection.



**Figure 2 — Graphique d'endurance thermique — Indice de température — Intervalle de division par deux**  
(D'après la CEI 216-1)