



# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Optical fibres –  
Part 1-31: Measurement methods and test procedures – Tensile strength**

**Fibres optiques –  
Partie 1-31: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Résistance à la  
traction**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

T

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-88912-562-3

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Apparatus.....	7
3.1 General.....	7
3.2 Gripping the fibre at both ends.....	8
3.3 Sample support.....	8
3.4 Stretching the fibre.....	8
3.5 Measuring the force at failure.....	9
3.6 Environmental control equipment.....	9
4 Sample preparation.....	9
4.1 Definition.....	9
4.2 Sample size and gauge length.....	9
4.3 Auxiliary measurements.....	10
4.4 Environment.....	11
5 Procedure.....	11
5.1 Preliminary steps.....	11
5.2 Procedure for a single specimen.....	11
5.3 Procedure for completing all samples for a given nominal strain rate.....	11
6 Calculations.....	12
6.1 Conversion of tensile load to failure stress.....	12
6.2 Preparation of a Weibull plot.....	13
6.3 Computation of Weibull parameters.....	13
7 Results.....	14
7.1 The following information should be reported for each test:.....	14
7.2 The following information should be provided for each test:.....	14
8 Specification information.....	14
Annex A (informative) Typical dynamic testing apparatus.....	15
Annex B (informative) Guideline on gripping the fibre.....	17
Annex C (informative) Guideline on stress rate.....	21
Bibliography.....	22
Figure 1 – Bimodal tensile strength Weibull plot for a 20 m gauge length test set-up at 5 %/min strain rate.....	10
Figure A.1 – Capstan design.....	15
Figure A.2 – Translation test apparatus.....	15
Figure A.3 – Rotating capstan apparatus.....	16
Figure A.4 – Rotating capstan apparatus for long lengths.....	16
Figure B.1 – Gradual slippage.....	17
Figure B.2 – Irregular slippage.....	17
Figure B.3 – Sawtooth slippage.....	18
Figure B.4 – Acceptable transfer function.....	18
Figure B.5 – Typical capstan.....	19

Figure B.6 – Isostatic compression .....	19
Figure B.7 – Escargot wrap.....	20
Figure C.1 – System to control stress rate .....	21
Figure C.2 – Time variation of load and loading speed.....	21

Withdrawn

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### OPTICAL FIBRES –

#### Part 1-31: Measurement methods and test procedures – Tensile strength

#### FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60793-1-31 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2001. This edition constitutes a technical revision.

The main change with respect to the previous edition is the addition of comprehensive details, such as examples of fibre clamping as given in Annexes A, B and C.

This bilingual version, published in 2011-07, corresponds to the English version.

The text of this standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
86A/1285/CDV	86A/1308/RVC

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 60793-1 series, published under the general title *Optical fibres – Measurement methods and test procedures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Withdrawn

## INTRODUCTION

Failure stress distributions can be used to predict fibre reliability in different conditions. IEC/TR 62048 shows mathematically how this can be done. To complete a given reliability projection, the tests used to characterize a distribution shall be controlled for the following:

- Population of fibre, e.g., coating, manufacturing period, diameter
- Gauge length, i.e., length of section that is tested
- Stress or strain rates
- Testing environment
- Preconditioning or aging treatments
- Sample size

This method measures the strength of optical fibre at a specified constant strain rate. It is a destructive test, and is not a substitute for prooftesting.

This method is used for those *typical* optical fibres for which the median fracture stress is greater than 3,1 GPa (450 kpsi) in 0,5 m gauge lengths at the highest specified strain rate of 25 %/min. For fibres with lower median fracture stress, the conditions herein have not demonstrated sufficient precision.

Typical testing is conducted on “short lengths”, up to 1 m, or on “long lengths”, from 10 m to 20 m with sample size ranging from 15 to 30.

The test environment and any preconditioning or aging is critical to the outcome of this test. There is no agreed upon model for extrapolating the results for one environment to another environment. For failure stress at a given stress or strain rate, however, as the relative humidity increases, failure stress decreases. Both increases and decreases in the measured strength distribution parameters have been observed as the result of preconditioning at elevated temperature and humidity for even a day or two.

This test is based on the theory of fracture mechanics of brittle materials and on the power-law description of flaw growth (see IEC/TR 62048). Although other theories have been described elsewhere, the fracture mechanics/power-law theory is the most generally accepted.

A typical population consists of fibre that has not been deliberately damaged or environmentally aged. A typical fibre has a nominal diameter of 125  $\mu\text{m}$ , with a 250  $\mu\text{m}$  or less nominal diameter acrylate coating. Default conditions are given for such typical populations. Atypical populations might include alternative coatings, environmentally aged fibre, or deliberately damaged or abraded fibre. Guidance for atypical populations is also provided.

## OPTICAL FIBRES –

### Part 1-31: Measurement methods and test procedures – Tensile strength

#### 1 Scope

This part of IEC 60793 provides values of the tensile strength of optical fibre samples and establishes uniform requirements for the mechanical characteristic – tensile strength. The method tests individual lengths of uncabled and unbundled glass optical fibre. Sections of fibre are broken with controlled increasing stress or strain that is uniform over the entire fibre length and cross-section. The stress or strain is increased at a nominally constant rate until breakage occurs.

The distribution of the tensile strength values of a given fibre strongly depends on the sample length, loading velocity and environmental conditions. The test can be used for inspection where statistical data on fibre strength is required. Results are reported by means of statistical quality control distribution. Normally the test is carried out after temperature and humidity conditioning of the sample. However, in some cases, it may be sufficient to measure the values at ambient temperature and humidity conditions.

This method is applicable to types A1, A2, A3, B and C optical fibres.

Warning – This test involves stretching sections of optical fibre until breakage occurs. Upon breakage, glass fragments can be distributed in the test area. Protective screens are recommended. Safety glasses should be worn at all times in the testing area.

#### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60793-1-20, *Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

IEC 60793-1-21, *Optical fibres – Part 1-21: Measurement methods and test procedures – Coating geometry*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	26
INTRODUCTION.....	28
1 Domaine d'application .....	29
2 Références normatives.....	29
3 Appareillage .....	29
3.1 Généralités.....	29
3.2 Accrochage de la fibre aux deux extrémités .....	30
3.3 Support d'échantillon.....	30
3.4 Tension de la fibre.....	30
3.5 Mesure de la force au moment de la défaillance .....	31
3.6 Appareillage de contrôle de l'environnement .....	31
4 Préparation des échantillons .....	32
4.1 Définition.....	32
4.2 Effectif de l'échantillon et longueur à l'essai .....	32
4.3 Mesures auxiliaires .....	33
4.4 Environnement .....	33
5 Procédure .....	34
5.1 Étapes préliminaires.....	34
5.2 Procédure pour un spécimen unique .....	34
5.3 Procédure pour traiter tous les échantillons pour une vitesse d'application de la contrainte nominale donnée.....	34
6 Calculs .....	35
6.1 Conversion de la charge de traction en contrainte de défaillance .....	35
6.2 Préparation d'un tracé de Weibull.....	35
6.3 Calcul des paramètres de Weibull.....	36
7 Résultats.....	37
7.1 Il convient que les informations suivantes soient fournies à chaque essai: .....	37
7.2 Il convient que les informations suivantes soient fournies à chaque essai: .....	37
8 Informations à mentionner dans la spécification .....	37
Annexe A (informative) Appareil type d'essai dynamique .....	38
Annexe B (informative) Lignes directrices relatives à l'accrochage de la fibre .....	40
Annexe C (informative) Lignes directrices relatives à la vitesse d'application de la contrainte .....	44
Bibliographie.....	46
Figure 1 – Tracé de Weibull de résistance à la traction bimodale pour un montage d'essai de longueur à l'essai de 20 m avec vitesse d'application de contrainte de 5 %/min .....	33
Figure A.1 – Conception du cabestan .....	38
Figure A.2 – Dispositif d'essai de translation.....	38
Figure A.3 – Dispositif à cabestan rotatif.....	39
Figure A.4 – Dispositif à cabestan rotatif pour les grandes longueurs .....	39
Figure B.1 – Glissement progressif .....	40
Figure B.2 – Glissement irrégulier.....	40
Figure B.3 – Glissement en dent de scie.....	41



Figure B.4 – Fonction de transfert acceptable .....	41
Figure B.5 – Cabestan type .....	42
Figure B.6 – Compression isostatique.....	42
Figure B.7 – Enroulement en escargot .....	43
Figure C.1 – Système de contrôle de la vitesse d’application de la contrainte .....	44
Figure C.2 – Variation en fonction du temps et de la vitesse d’application de la charge .....	44

Withdrawn

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### FIBRES OPTIQUES –

#### Partie 1-31: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Résistance à la traction

##### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications, la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60793-1-31 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2001, dont elle constitue une révision technique.

La principale modification par rapport à l'édition précédente est l'addition de détails exhaustifs, tels que des exemples d'accrochage de fibres, indiqués dans les Annexes A, B et C.

La présente version bilingue, publiée en 2011-07, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86A/1285/CDV et 86A/1308/RVC.

Le rapport de vote 86A/1308/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60793-1, présentées sous le titre général *Fibres optiques – Méthodes de mesure et procédures d'essai*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous « <http://webstore.iec.ch> » dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Withdrawn

## INTRODUCTION

On peut utiliser les répartitions des contraintes créant des défauts pour prédire la fiabilité des fibres dans différentes conditions. La CEI/TR 62048 présente mathématiquement la façon de procéder. Pour réaliser une projection de fiabilité donnée, on doit contrôler les points suivants lors des essais utilisés pour caractériser une répartition:

- population de fibres, par exemple, revêtement, période de fabrication, diamètre
- longueur à l'essai, c'est-à-dire à longueur de la section soumise à essai
- vitesses de contrainte ou de déformation
- environnement d'essai
- traitements de préconditionnement ou de vieillissement
- effectif de l'échantillon

Cette méthode mesure la résistance d'une fibre optique lors de l'application d'une contrainte à une vitesse constante donnée. Cet essai est destructif et il ne remplace pas un essai de sélection.

Cette méthode est utilisée pour les fibres optiques types pour lesquelles la contrainte de fracture médiane est supérieure à 3,1 GPa (450 kpsi) pour des longueurs à l'essai de 0,5 m, à une vitesse d'application de contrainte maximale spécifiée de 25 %/min. Dans le cas de fibres ayant une contrainte de fracture médiane inférieure, ces conditions n'ont pas démontré une précision suffisante.

Un essai type est effectué sur de « courtes longueurs » allant jusqu'à 1 m ou sur de « grandes longueurs » allant de 10 m à 20 m, l'effectif de l'échantillon allant de 15 à 30.

L'environnement d'essai et tout préconditionnement ou vieillissement sont critiques pour le résultat de cet essai. Aucun accord n'existe sur le modèle permettant d'extrapoler les résultats d'un environnement à un autre environnement. Toutefois, concernant la contrainte entraînant une défaillance à vitesse d'application de contrainte ou d'effort donnée, lorsque l'humidité relative augmente, la contrainte créant des défauts diminue. On a observé à la fois une augmentation et une diminution des paramètres de répartition de force mesurés à la suite du préconditionnement à température et humidité élevées, même pendant une journée ou deux.

Cet essai est basé sur la théorie de la mécanique de fracture des matériaux fragiles et sur la description de la loi de puissance de la croissance des défauts (voir CEI/TR 62048). Bien que d'autres théories aient été décrites par ailleurs, la théorie mécanique de fracture/loi de puissance est celle qui est le plus généralement acceptée.

Une population type est constituée d'une fibre n'ayant pas été volontairement endommagée ou vieillie par l'environnement. Une fibre type a un diamètre nominal de 125  $\mu\text{m}$ , avec un revêtement en acrylate d'un diamètre nominal maximum de 250  $\mu\text{m}$ . Des conditions par défaut sont fournies pour de telles populations types. Des populations atypiques peuvent inclure d'autres revêtements, une fibre vieillie par l'environnement ou une fibre volontairement endommagée ou ayant fait l'objet d'une abrasion. Des lignes directrices relatives à des populations atypiques sont également fournies.

## FIBRES OPTIQUES –

### Partie 1-31: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Résistance à la traction

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60793 fournit des valeurs de résistance à la traction d'échantillons de fibre optique et détermine des exigences uniformes pour la caractéristique mécanique de résistance à la traction. Cette méthode propose d'effectuer des essais de longueurs individuelles de fibre optique en verre, non câblées et non groupées en faisceau. Des sections de fibre sont rompues avec un effort ou une contrainte croissante contrôlée, uniforme sur toute la longueur et la section transversale de la fibre. L'effort ou la contrainte augmente à une vitesse nominale constante jusqu'à ce que la rupture se produise.

La distribution des valeurs de résistance à la traction pour une fibre donnée dépend étroitement de la longueur des échantillons, de la vitesse d'application de la force et des conditions d'environnement. Cet essai peut s'appliquer à titre de contrôle d'inspection lorsque des données statistiques sur la résistance des fibres sont demandées. Les résultats sont présentés sous forme d'une distribution statistique de contrôle de qualité. Habituellement, l'essai est réalisé après un conditionnement en température et en humidité de l'échantillon. Néanmoins, dans certains cas, la mesure des valeurs à la température et à l'humidité ambiantes est suffisante.

Cette méthode s'applique aux fibres optiques de types A1, A2, A3, B et C.

Avertissement – Cet essai implique l'étirement de sections de fibre optique jusqu'à ce que la rupture se produise. Lors de la rupture, des fragments de verre peuvent se disperser dans la zone d'essai. Des écrans protecteurs sont recommandés. Il convient de porter en permanence des lunettes de sécurité dans la zone d'essai.

#### 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).

CEI 60793-1-20, *Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre*

CEI 60793-1-21, *Fibres optiques – Partie 1-21: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie du revêtement*