



IEC 60793-1-31

Edition 3.0 2019-02

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

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-6529-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Hazards.....	7
5 Apparatus.....	8
5.1 General.....	8
5.2 Gripping the fibre at both ends.....	8
5.3 Sample support.....	8
5.4 Stretching the fibre	8
5.5 Measuring the force at failure.....	9
5.6 Environmental control equipment.....	9
6 Sample preparation	10
6.1 Definition	10
6.2 Sample size and gauge length	10
6.3 Auxiliary measurements	11
6.4 Environment	11
7 Procedure.....	11
7.1 Preliminary steps	11
7.2 Procedure for a single specimen.....	11
7.3 Procedure for completing all samples for a given nominal strain rate	12
8 Calculations.....	12
8.1 Conversion of tensile load to failure stress.....	12
8.2 Preparation of a Weibull plot.....	13
8.3 Computation of Weibull parameters	13
9 Results.....	14
9.1 Details to be reported	14
9.2 Details to be recorded.....	15
10 Specification information	15
Annex A (informative) Typical testing apparatus of tensile strength under dynamic loading.....	16
Annex B (informative) Guidelines on gripping the fibre.....	18
Annex C (informative) Guidelines on stress rate	22
Bibliography.....	24
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.....	16
Figure A.2 – Translation test apparatus	16
Figure A.3 – Rotating capstan apparatus	17
Figure A.4 – Rotating capstan apparatus for long lengths	17
Figure A.5 – Ganged rotating capstan tester.....	17
Figure B.1 – Gradual slippage.....	18

Figure B.2 – Irregular slippage..... 18

Figure B.3 – Sawtooth slippage 19

Figure B.4 – Acceptable transfer function 19

Figure B.5 – Typical capstan..... 20

Figure B.6 – Isostatic compression 20

Figure B.7 – Escargot wrap..... 21

Figure C.1 – System to control stress rate 22

Figure C.2 – Time variation of load and loading speed..... 23

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 third edition cancels and replaces the second edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) correction of Formulae (3b) and (4b) and renumbering of formulae.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86A/1908/FDIS	86A/1926/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60793 series, published under the general title *Optical fibres*, can be found on the IEC website.

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

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

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 are controlled for the following:

- population of fibre, for example 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 proof-testing.

This method is used for those typical optical fibres for which the median fracture stress is greater than 3,1 GPa (450 kpsi¹) 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 are 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 based on 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 µm, with a 250 µm or less diameter acrylate coating. Default conditions are given for such typical populations. Non-typical populations might include alternative coatings, environmentally aged fibre, or deliberately damaged or abraded fibre. Guidance for non-typical populations is also provided.

¹ kpsi = kilopounds per square inch.

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 under dynamic loading of optical fibre samples. 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 can be sufficient to measure the values at ambient temperature and humidity conditions.

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

The object of this document is to establish uniform requirements for the mechanical characteristic: tensile strength.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
INTRODUCTION.....	30
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	31
3 Termes et définitions	31
4 Dangers.....	32
5 Appareillage	32
5.1 Généralités	32
5.2 Accrochage de la fibre aux deux extrémités	32
5.3 Support d'échantillon	33
5.4 Tension de la fibre	33
5.5 Mesure de la force au moment de la rupture	33
5.6 Equipement de contrôle de l'environnement.....	34
6 Préparation des échantillons.....	34
6.1 Définition	34
6.2 Nombre d'échantillons et longueur entre repères	34
6.3 Mesures auxiliaires	35
6.4 Environnement.....	36
7 Procédure.....	36
7.1 Étapes préliminaires	36
7.2 Procédure pour un spécimen unique	36
7.3 Procédure de traitement de tous les échantillons pour un taux de déformation nominal donné.....	37
8 Calculs	37
8.1 Conversion de la charge de traction en contrainte de rupture.....	37
8.2 Préparation d'un tracé de Weibull	38
8.3 Calcul des paramètres de Weibull.....	38
9 Résultats	39
9.1 Détails à déclarer.....	39
9.2 Détails à consigner	39
10 Informations à mentionner dans la spécification.....	40
Annexe A (informative) Appareillage d'essai type pour la résistance à la traction sous une charge dynamique.....	41
Annexe B (informative) Lignes directrices relatives à l'accrochage de la fibre	45
Annexe C (informative) Lignes directrices relatives au taux de contrainte	49
Bibliographie.....	51
Figure 1 – Tracé de Weibull de résistance à la traction bimodale pour un montage d'essai basé sur une longueur entre repères de 20 m avec un taux de déformation de 5 %/min.....	35
Figure A.1 – Conception du cabestan	41
Figure A.2 – Appareillage d'essai de translation.....	42
Figure A.3 – Appareillage à cabestan rotatif.....	43
Figure A.4 – Appareillage à cabestan rotatif pour les grandes longueurs	43
Figure A.5 – Appareillage d'essai à cabestans rotatifs couplés	44

Figure B.1 – Glissement progressif	45
Figure B.2 – Glissement irrégulier	46
Figure B.3 – Glissement en dent de scie	46
Figure B.4 – Fonction de transfert acceptable	47
Figure B.5 – Cabestan type	47
Figure B.6 – Compression isostatique	48
Figure B.7 – Enroulement en escargot	48
Figure C.1 – Système de contrôle du taux de contrainte	49
Figure C.2 – Variation de la charge et de la vitesse d'application de la charge en fonction du temps	50

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 (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC n'assure aucune procédure de marquage visant à signifier son approbation et ne saurait être tenue responsable de la déclaration d'un quelconque équipement comme étant conforme à une publication de l'IEC.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 60793-1-31 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) correction des Formules (3b) et (4b) et renumérotation des formules.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/1908/FDIS	86A/1926RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

Les répartitions des contraintes de rupture peuvent être utilisées pour prédire la fiabilité des fibres dans différentes conditions. L'IEC TR 62048 présente mathématiquement la façon de procéder. Pour réaliser une projection de fiabilité donnée, les points suivants sont contrôlés lors des essais utilisés pour caractériser une répartition:

- population de fibres, par exemple revêtement, période de fabrication, diamètre;
- longueur entre repères, c'est-à-dire la longueur de la section soumise à essai;
- taux de contrainte ou de déformation;
- environnement d'essai;
- traitements de préconditionnement ou de vieillissement;
- nombre d'échantillons.

Cette méthode mesure la résistance d'une fibre optique lors de l'application d'un taux de déformation constant spécifié. 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 kpsi¹) pour des longueurs entre repères de 0,5 m, à un taux de déformation maximal spécifié 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», inférieures ou égales à 1 m, ou sur de «grandes longueurs», comprises entre 10 m et 20 m, le nombre d'échantillons étant compris entre 15 et 30.

L'environnement d'essai et tout préconditionnement ou vieillissement sont critiques pour le résultat de cet essai. Aucun consensus n'a été trouvé sur un modèle permettant d'extrapoler les résultats d'un environnement à un autre environnement. Toutefois, concernant la contrainte de rupture à un taux de contrainte ou de déformation donné, lorsque l'humidité relative augmente, la contrainte de rupture diminue. Des augmentations ainsi que des diminutions ont été mesurées sur les paramètres de répartition de résistance, suite au 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 IEC TR 62048). Bien que d'autres théories aient été décrites par ailleurs, la théorie de la mécanique de fracture basée sur la loi de puissance est celle qui est la plus généralement acceptée.

Une population type est constituée d'une fibre n'ayant pas été volontairement endommagée ou vieillie par son environnement. Une fibre type a un diamètre maximal de 125 µm, avec un revêtement en acrylate d'un diamètre nominal maximal de 250 µm. Des conditions par défaut sont fournies pour de telles populations types. Une population inhabituelle peut inclure des revêtements en variante, une fibre vieillie par son environnement ou une fibre volontairement endommagée ou ayant fait l'objet d'une abrasion. Des recommandations relatives aux populations inhabituelles sont également fournies.

¹ kpsi = kilopounds per square inch (kilo livres par pouce carré).

FIBRES OPTIQUES –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60793 donne les valeurs de résistance à la traction des échantillons de fibre optique, soumis à une charge dynamique. Cette méthode soumet à essai des longueurs individuelles de fibre optique en verre, non câblées et non groupées en faisceau. Des sections de fibre sont rompues en les soumettant à une contrainte ou une déformation croissante et contrôlée, uniforme sur toute la longueur et la section transversale de la fibre. La contrainte ou la déformation 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. L'essai peut s'appliquer à titre d'examen lorsque des données statistiques sur la résistance des fibres sont exigées. Les résultats sont déclarés 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. Cependant, dans certains cas, la mesure des valeurs à la température et à l'humidité ambiantes peut être suffisante.

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

L'objet du présent document est de déterminer des exigences uniformes relatives à la caractéristique mécanique: la résistance à la traction.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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).

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