

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60794-1-2

Deuxième édition
Second edition
2003-05

Câbles à fibres optiques –

**Partie 1-2:
Spécification générique –
Procédures de base applicables
aux essais des câbles optiques**

Optical fibre cables –

**Part 1-2:
Generic specification –
Basic optical cable test procedures**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60794-1-2:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60794-1-2

Deuxième édition
Second edition
2003-05

Câbles à fibres optiques –

**Partie 1-2:
Spécification générique –
Procédures de base applicables
aux essais des câbles optiques**

Optical fibre cables –

**Part 1-2:
Generic specification –
Basic optical cable test procedures**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XD**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	16
1 Domaine d'application et objet.....	20
2 Références normatives	20
3 Généralités et guide	22
3.1 Introduction	22
3.2 Format des procédures d'essai	22
3.3 Définitions	22
3.4 Conditions atmosphériques normales.....	22
3.5 Valeur numérique de grandeur.....	22
3.6 Symboles graphiques et terminologie.....	22
3.7 Sécurité.....	22
3.8 Guide d'étalonnage.....	22
3.9 Conditions d'injection.....	24
4 Essais des câbles optiques	24
5 Méthode E1: Résistance à la traction.....	26
5.1 Objet	26
5.2 Echantillon	26
5.3 Appareillage	26
5.4 Procédure.....	26
5.5 Prescriptions	28
5.6 Détails à spécifier.....	28
6 Méthode E2: Abrasion.....	36
6.1 Méthode E2A: Résistance à l'abrasion des gaines des câbles à fibres optiques.....	36
6.2 Méthode E2B: Résistance à l'abrasion des marquages des câbles à fibres optiques.....	38
7 Méthode E3: Ecrasement.....	44
7.1 Objet.....	44
7.2 Echantillon	44
7.3 Appareillage	44
7.4 Procédure.....	44
7.5 Prescriptions	44
7.6 Détails à spécifier.....	44
8 Méthode E4: Chocs.....	48
8.1 Objet.....	48
8.2 Echantillon	48
8.3 Appareillage	48
8.4 Procédure.....	48
8.5 Prescriptions	50
8.6 Détails à spécifier.....	50
9 Méthode E5: Stabilité de la force de dénudage des fibres optiques câblées	54
9.1 Objet.....	54
9.2 Echantillon	54
9.3 Appareillage	54
9.4 Procédure.....	54
9.5 Prescriptions	54
9.6 Détails à spécifier.....	54

CONTENTS

FOREWORD	17
1 Scope and object	21
2 Normative references	21
3 General and guidance	23
3.1 Introduction	23
3.2 Test procedure format	23
3.3 Definitions	23
3.4 Standard atmospheric conditions	23
3.5 Numerical value of quantity	23
3.6 Graphical symbols and terminology	23
3.7 Safety	23
3.8 Calibration	23
3.9 Launch conditions	25
4 Optical cable tests	25
5 Method E1: Tensile performance	27
5.1 Object	27
5.2 Sample	27
5.3 Apparatus	27
5.4 Procedure	27
5.5 Requirements	29
5.6 Details to be specified	29
6 Method E2: Abrasion	37
6.1 Method E2A: Abrasion resistance of optical fibre cable sheaths	37
6.2 Method E2B: Abrasion resistance of optical fibre cable markings	39
7 Method E3: Crush	45
7.1 Object	45
7.2 Sample	45
7.3 Apparatus	45
7.4 Procedure	45
7.5 Requirements	45
7.6 Details to be specified	45
8 Method E4: Impact	49
8.1 Object	49
8.2 Sample	49
8.3 Apparatus	49
8.4 Procedure	49
8.5 Requirements	51
8.6 Details to be specified	51
9 Method E5: Stripping force stability of cabled optical fibres	55
9.1 Object	55
9.2 Sample	55
9.3 Apparatus	55
9.4 Procedure	55
9.5 Requirements	55
9.6 Details to be specified	55

10	Méthode E6: Courbures répétées	56
10.1	Objet	56
10.2	Echantillon	56
10.3	Appareillage	56
10.4	Procédure	56
10.5	Prescriptions	58
10.6	Détails à spécifier	58
11	Méthode E7: Torsion	62
11.1	Objet	62
11.2	Echantillon	62
11.3	Appareillage	62
11.4	Procédure	62
11.5	Prescriptions	66
11.6	Détails à spécifier	66
12	Méthode E8: Flexions	70
12.1	Objet	70
12.2	Echantillon	70
12.3	Appareillage	70
12.4	Procédure	70
12.5	Prescriptions	70
12.6	Détails à spécifier	70
13	Méthode E10: Pliure	74
13.1	Objet	74
13.2	Echantillon	74
13.3	Appareillage	74
13.4	Procédure	74
13.5	Prescriptions	74
13.6	Détails à spécifier	74
14	Méthode E11: Pliage	78
14.1	Objet	78
14.2	Echantillon	78
14.3	Appareillage	78
14.4	Procédure	78
14.5	Prescriptions	78
14.6	Détails à spécifier	78
15	Méthode E12: Résistance à la coupure	80
15.1	Objet	80
15.2	Echantillon	80
15.3	Appareillage	80
15.4	Procédure	80
15.5	Prescriptions	80
15.6	Détails à spécifier	80
16	Méthode E13: Dommages causés par les coups de fusil	84
16.1	Objet	84
16.2	Généralités	84
16.3	Méthode E13A	84
16.4	Méthode E13B	86

10	Method E6: Repeated bending	57
10.1	Object.....	57
10.2	Sample	57
10.3	Apparatus	57
10.4	Procedure.....	57
10.5	Requirements	59
10.6	Details to be specified	59
11	Method E7: Torsion.....	63
11.1	Object.....	63
11.2	Sample	63
11.3	Apparatus	63
11.4	Procedure.....	63
11.5	Requirements	67
11.6	Details to be specified	67
12	Method E8: Flexing	71
12.1	Object.....	71
12.2	Sample	71
12.3	Apparatus	71
12.4	Procedure.....	71
12.5	Requirements	71
12.6	Details to be specified	71
13	Method E10: Kink.....	75
13.1	Object.....	75
13.2	Sample	75
13.3	Apparatus	75
13.4	Procedure.....	75
13.5	Requirements	75
13.6	Details to be specified	75
14	Method E11: Bend.....	79
14.1	Object.....	79
14.2	Sample	79
14.3	Apparatus	79
14.4	Procedure.....	79
14.5	Requirements	79
14.6	Details to be specified	79
15	Method E12: Cut-through resistance.....	81
15.1	Object.....	81
15.2	Sample	81
15.3	Apparatus	81
15.4	Procedure.....	81
15.5	Requirements	81
15.6	Details to be specified	81
16	Method E13: Shotgun damage.....	85
16.1	Object.....	85
16.2	General	85
16.3	Method E13A	85
16.4	Method E13B	87

17	Méthode E14: Ecoulement (égouttement) des matériaux de remplissage	96
17.1	Objet	96
17.2	Echantillon	96
17.3	Appareillage	98
17.4	Procédure	98
17.5	Prescriptions	98
17.6	Détails à spécifier	100
18	Méthode E15: Exsudation et volatilité	102
18.1	Objet	102
18.2	Echantillon	102
18.3	Appareillage	102
18.4	Procédure	102
18.5	Prescriptions	102
18.6	Détails à spécifier	104
19	Méthode E17: Raideur	106
19.1	Objet	106
19.2	Généralités	106
19.3	Méthode E17A	106
19.4	Méthode E17B	108
19.5	Méthode E17C	110
20	Méthode E18: Courbure sous traction (essai de passage sur poulies)	116
20.1	Objet	116
20.2	Echantillon	116
20.3	Appareillage	116
20.4	Procédure	118
20.5	Prescriptions	120
20.6	Détails à spécifier	120
21	Méthode E19: Vibration éolienne	126
21.1	Objet	126
21.2	Echantillon	126
21.3	Appareillage	126
21.4	Procédure	126
21.5	Prescriptions	128
21.6	Détails à spécifier	128
22	Méthode E20: Performance d'enroulement du câble	132
22.1	Objet	132
22.2	Echantillon	132
22.3	Appareillage	132
22.4	Procédure	132
22.5	Prescriptions	132
22.6	Détails à spécifier	132
23	Méthode F1: Cycles de température	134
23.1	Objet	134
23.2	Echantillon	134
23.3	Appareillage	136
23.4	Procédure	136
23.5	Prescriptions	140
23.6	Détails à spécifier	140

17	Method E14: Compound flow (drip).....	97
17.1	Object.....	97
17.2	Sample	97
17.3	Apparatus	99
17.4	Procedure.....	99
17.5	Requirements	99
17.6	Details to be specified.....	101
18	Method E15: Bleeding and evaporation.....	103
18.1	Object.....	103
18.2	Sample	103
18.3	Apparatus	103
18.4	Procedure.....	103
18.5	Requirements	103
18.6	Details to be specified.....	105
19	Method E17: Stiffness	107
19.1	Object.....	107
19.2	General	107
19.3	Method E17A	107
19.4	Method E17B	109
19.5	Method E17C.....	111
20	Method E18 : Bending under tension (sheave test).....	117
20.1	Object.....	117
20.2	Sample	117
20.3	Apparatus	117
20.4	Procedure	119
20.5	Requirements	121
20.6	Details to be specified.....	121
21	Method E19: Aeolian vibration	127
21.1	Object.....	127
21.2	Sample	127
21.3	Apparatus	127
21.4	Procedure.....	127
21.5	Requirements	129
21.6	Details to be specified.....	129
22	Method E20: Cable coiling performance	133
22.1	Object.....	133
22.2	Sample	133
22.3	Apparatus	133
22.4	Procedure.....	133
22.5	Requirements	133
22.6	Details to be specified.....	133
23	Method F1: Temperature cycling	135
23.1	Object.....	135
23.2	Sample	135
23.3	Apparatus	137
23.4	Procedure.....	137
23.5	Requirements	141
23.6	Details to be specified.....	141

24	Méthode F3: Intégrité de la gaine	142
25	Méthode F5: Pénétration d'eau	144
25.1	Objet	144
25.2	Echantillon	144
25.3	Appareillage	144
25.4	Procédure	144
25.5	Prescriptions	144
25.6	Détails à spécifier	146
26	Méthode F7: Rayonnement nucléaire	150
26.1	Données de base	150
26.2	Procédures de mesure	150
27	Méthode F8: Résistance pneumatique	152
27.1	Objet	152
27.2	Echantillon	152
27.3	Appareillage	152
27.4	Procédure	152
27.5	Prescription	152
27.6	Détails à spécifier	152
28	Méthode F9: Vieillissement	154
29	Méthode F10: Résistance à la pression hydrostatique du câble immergé	156
29.1	Objet	156
29.2	Echantillon	156
29.3	Appareillage	156
29.4	Procédure	156
29.5	Prescriptions	156
29.6	Détails à spécifier	156
30	Méthode G1: Pliage des éléments de câble	158
30.1	Objet	158
30.2	Echantillon	158
30.3	Appareillage	158
30.4	Procédure	158
30.5	Prescriptions	158
30.6	Détails à spécifier	158
31	Méthode G2: Dimensions et géométrie du ruban – Méthode visuelle	160
31.1	Objet	160
31.2	Echantillon	160
31.3	Appareillage	160
31.4	Procédure	160
31.5	Prescriptions	160
31.6	Détails à spécifier	162
31.7	Définitions des dimensions et de la géométrie du ruban	162
32	Méthode G3: Dimensions du ruban – Gabarit	166
32.1	Objet	166
32.2	Echantillon	166
32.3	Appareillage	166
32.4	Procédure	166
32.5	Prescription	166
32.6	Détails à spécifier	166

24	Method F3: Sheath integrity.....	143
25	Method F5: Water penetration	145
	25.1 Object.....	145
	25.2 Sample	145
	25.3 Apparatus	145
	25.4 Procedure	145
	25.5 Requirements	145
	25.6 Details to be specified	147
26	Method F7: Nuclear radiation	151
	26.1 Background	151
	26.2 Measurement procedures.....	151
27	Method F8: Pneumatic resistance.....	153
	27.1 Object.....	153
	27.2 Sample	153
	27.3 Apparatus	153
	27.4 Procedure.....	153
	27.5 Requirement	153
	27.6 Details to be specified	153
28	Method F9: Ageing.....	155
29	Method F10: Underwater cable resistance to hydrostatic pressure	157
	29.1 Object.....	157
	29.2 Sample	157
	29.3 Apparatus	157
	29.4 Procedure.....	157
	29.5 Requirements	157
	29.6 Details to be specified	157
30	Method G1: Bend test for cable elements	159
	30.1 Object.....	159
	30.2 Sample.....	159
	30.3 Apparatus	159
	30.4 Procedure.....	159
	30.5 Requirements	159
	30.6 Details to be specified	159
31	Method G2: Ribbon dimensions and geometry – Visual method	161
	31.1 Object.....	161
	31.2 Sample	161
	31.3 Apparatus	161
	31.4 Procedure.....	161
	31.5 Requirements	161
	31.6 Details to be specified	163
	31.7 Definitions of ribbon dimensions and geometry.....	163
32	Method G3: Ribbon dimensions – Aperture gauge	167
	32.1 Object.....	167
	32.2 Sample	167
	32.3 Apparatus	167
	32.4 Procedure.....	167
	32.5 Requirement	167
	32.6 Details to be specified	167

33	Méthode G4: Dimensions du ruban – Comparateur	170
33.1	Objet	170
33.2	Echantillon	170
33.3	Appareillage	170
33.4	Procédure	170
33.5	Prescriptions	170
33.6	Détails à spécifier	170
34	Méthode G5: Déchirure longitudinale du ruban (séparabilité)	174
34.1	Objet	174
34.2	Echantillon	174
34.3	Appareillage	174
34.4	Procédure	174
34.5	Prescriptions	174
34.6	Détails à spécifier	174
35	Méthode G6: Torsion du ruban	178
35.1	Objet	178
35.2	Echantillon	178
35.3	Appareillage	178
35.4	Procédure	178
35.5	Prescriptions	178
35.6	Détails à spécifier	178
36	Méthode G7: Pliure du tube	182
36.1	Objet	182
36.2	Echantillon	182
36.3	Appareillage	182
36.4	Procédure	182
36.5	Prescriptions	182
36.6	Détails à spécifier	182
37	Méthode H1: Essai de court-circuit	186
37.1	Objet	186
37.2	Echantillon	186
37.3	Appareillage	188
37.4	Procédure	190
37.5	Prescriptions	190
37.6	Détails à spécifier	192
38	Méthode H2: Méthode d'essai de foudre pour les câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance	194
38.1	Objet	194
38.2	Généralités	194
38.3	Echantillon	194
38.4	Appareillage	194
38.5	Procédure	196
38.6	Prescriptions	196
38.7	Détails à spécifier	196

33	Method G4: Ribbon dimensions – Dial gauge.....	171
33.1	Object.....	171
33.2	Sample	171
33.3	Apparatus	171
33.4	Procedure.....	171
33.5	Requirements	171
33.6	Details to be specified	171
34	Method G5: Ribbon tear (separability)	175
34.1	Object.....	175
34.2	Sample	175
34.3	Apparatus	175
34.4	Procedure.....	175
34.5	Requirements	175
34.6	Details to be specified	175
35	Method G6: Ribbon torsion.....	179
35.1	Object.....	179
35.2	Sample	179
35.3	Apparatus	179
35.4	Procedure.....	179
35.5	Requirements	179
35.6	Details to be specified	179
36	Method G7: Tube kinking	183
36.1	Object.....	183
36.2	Sample	183
36.3	Apparatus	183
36.4	Procedure.....	183
36.5	Requirements	183
36.6	Details to be specified	183
37	Method H1: Short circuit test.....	187
37.1	Object.....	187
37.2	Sample	187
37.3	Apparatus	189
37.4	Procedure.....	191
37.5	Requirements	191
37.6	Details to be specified	193
38	Method H2: Lightning test method for optical aerial cables along electric power lines	195
38.1	Object.....	195
38.2	General	195
38.3	Sample	195
38.4	Apparatus	195
38.5	Procedure.....	197
38.6	Requirements	197
38.7	Details to be specified	197

Figure 1 – Banc de mesure de la résistance à la traction.....	32
Figure 2 – Exemple de banc de mesure de la résistance à la traction utilisant des dispositifs de transfert et des tambours de blocage.....	32
Figure 3 – Exemple d'allongement de la fibre et du câble en fonction de la charge	34
Figure 4 – Montage d'essai type pour les essais E2A et E2B, méthode 1.....	42
Figure 5 – Montage d'essai type pour l'essai E2B, méthode 2	42
Figure 6 – Essai d'écrasement.....	46
Figure 7a – Appareillage pour quelques impacts	52
Figure 7b – Appareillage pour impacts multiples	52
Figure 7c – Détails de la surface de frappe	52
Figure 7 – Essai de choc	52
Figure 8 – Essai de courbures répétées d'un câble	60
Figure 9 – Essai de courbures répétées pour un ensemble câble/connecteur.....	60
Figure 10 – Appareillage de torsion de câble.....	68
Figure 11 – Appareillage de torsion de câble avec application de tension.....	68
Figure 12 – Autre appareillage de torsion de câble avec application de tension	68
Figure 13 – Appareillage pour l'essai de flexions.....	72
Figure 14 – Essai de pliure	76
Figure 15 – Exemple d'appareillage pour essai de coupure	82
Figure 16 – Montage d'essai de la méthode E13B.....	92
Figure 17 – Masse tombante avec le support de projectile	94
Figure 18 – Autre masse tombante et autre cheville de support de projectile	94
Figure 19 – Montage d'essai d'exsudation et de volatilité	104
Figure 20 – Méthode E17A – Montage d'essai.....	114
Figure 21 – Exemple de résultats de force appliquée et déplacement.....	114
Figure 22 – Méthode E17B – Montage d'essai.....	114
Figure 23 – Méthode E17C – Montage d'essai	114
Figure 24 – Pliage en U.....	122
Figure 25 – Pliage en S	122
Figure 26 – Pliage partiel.....	124
Figure 27 – Pliage partiel, plusieurs poulies	124
Figure 28 – Essai de vibration éolienne.....	130
Figure 29 – Procédure en un cycle.....	138
Figure 30 – Procédure d'essai combiné	138
Figure 31a – Méthode F5-A	148
Figure 31b – Méthode F5-B	148
Figure 31 – Essai de pénétration d'eau	148
Figure 32 – Coupe illustrant la géométrie d'un ruban de fibres	164
Figure 33 – Gabarit	168
Figure 34 – Comparateur.....	172
Figure 35a – Préparation de l'échantillon	176
Figure 35b – Procédure de séparabilité.....	176
Figure 35 – Essai de déchirure longitudinale (séparabilité).....	176

Figure 1 – Tensile performance measuring apparatus	33
Figure 2 – Example of tensile performance measuring apparatus using transfer devices and chuck drums	33
Figure 3 – Example of fibre and cable elongation as a function of load	35
Figure 4 – Typical test set-up for tests E2A and E2B, method 1	43
Figure 5 – Typical test set-up for test E2B, method 2	43
Figure 6 – Crush test	47
Figure 7a – Apparatus for a few impacts	53
Figure 7b – Apparatus for multiple impacts	53
Figure 7c – Details of striking surface	53
Figure 7 – Impact test	53
Figure 8 – Repeated bending test for cable	61
Figure 9 – Repeated bending test for cable/connector assembly	61
Figure 10 – Cable torsion apparatus	69
Figure 11 – Cable torsion apparatus with tension applied	69
Figure 12 – Alternative cable torsion apparatus with tension applied	69
Figure 13 – Flexing apparatus	73
Figure 14 – Kink test	77
Figure 15 – Example of cut-through apparatus	83
Figure 16 – Method E13B test set-up	93
Figure 17 – Drop weight incorporating shot support pin	95
Figure 18 – Alternative drop weight and shot support pin	95
Figure 19 – Bleeding and evaporation test set-up	105
Figure 20 – Method E17A – Test set-up	115
Figure 21 – Example of results of applied force and displacement	115
Figure 22 – Method E17B – Test set-up	115
Figure 23 – Method E17C – Test set-up	115
Figure 24 – U-bend	123
Figure 25 – S-bend	123
Figure 26 – Partial-bend	125
Figure 27 – Partial-bend, multiple pulley	125
Figure 28 – Aeolian vibration test	131
Figure 29 – One cycle procedure	139
Figure 30 – Combined test procedure	139
Figure 31a – Method F5-A	149
Figure 31b – Method F5-B	149
Figure 31 – Water penetration test	149
Figure 32 – Cross-sectional drawing illustrating fibre ribbon geometry	165
Figure 33 – Aperture gauge	169
Figure 34 – Dial gauge	173
Figure 35a – Sample preparation	177
Figure 35b – Separability procedure	177
Figure 35 – Tear (separability) test	177

Figure 36 – Essai de torsion	180
Figure 37 – Essai de pliure du tube.....	184
Figure 38 – Montage d’essai de court-circuit pour OPGW	188
Figure 39 – Montage d’essai de court-circuit pour OPAC.....	188
Figure 40 – Montage pour l’essai de foudroiement	194
Tableau 1 – Tension à appliquer.....	64
Tableau 2 – Paramètres d’essai.....	196

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

Figure 36 – Torsion test.....	181
Figure 37 – Tube kinking test.....	185
Figure 38 – OPGW short-circuit test arrangement.....	189
Figure 39 – OPAC short-circuit test arrangement	189
Figure 40 – Lightning test arrangement.....	195
Table 1 – Tension to be applied	65
Table 2 – Test parameters.....	197

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60794-1-2 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition de la CEI 60794-1-2 annule et remplace la première édition parue en 1999, et l'amendement 1(2002). Cette édition constitue une révision technique.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 60794-1-1: *Câbles à fibres optiques – Partie 1-1. Spécification générique – Généralités*.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/848/FDIS	86A/857/RVD

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

**Part 1-2: Generic specification –
Basic optical cable test procedures**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60794-1-2 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition of IEC 60794-1-2 cancels and replaces the first edition published in 1999, and its amendment 1 (2002). It constitutes a technical revision.

This standard is intended to be used in conjunction with IEC 60794-1-1: *Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General*.

The text of this standard is based on the following documents

FDIS	Report on voting
86A/848/FDIS	86A/857/RVD

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

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

La CEI 60794 sera composée des parties suivantes, sous le titre général *Câbles à fibres optiques*

Partie 1-1: Spécification générique – Généralités

Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques

Partie 2: Câbles intérieurs

Partie 3: Câbles pour conduites, enterrés et aériens

Partie 4: Câbles pour lignes aériennes

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

IEC 60794 will consist of the following parts, under the general title *Optical fibre cables* –

- Part 1-1: Generic specification – General
- Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures
- Part 2: Indoor cables
- Part 3: Duct, buried and aerial cables
- Part 4: Overhead cables

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60794 est applicable aux câbles à fibres optiques destinés à être utilisés dans les équipements de télécommunications et les dispositifs utilisant des techniques analogues, ainsi qu'aux câbles constitués de fibres optiques d'une part et de conducteurs électriques d'autre part.

L'objet de la présente norme est la définition des procédures d'essai à utiliser pour établir des prescriptions uniformes relatives aux caractéristiques géométriques, de transmission, de matériaux, mécaniques, de vieillissement (exposition à l'environnement) et climatiques des câbles à fibres optiques, ainsi que des prescriptions électriques, si applicable.

2 Références normatives

2.1 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 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 60227-2:1997, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 2: Méthodes d'essais*

CEI 60544 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Détermination des effets des rayonnements ionisants*

CEI 60793-1-22:2001, *Fibres optiques – Partie 1-22: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Mesure de la longueur*

CEI 60793-1-32:2001, *Fibres optiques – Partie 1-32: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Durabilité du revêtement*

CEI 60793-1-40: *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement*

CEI 60793-1-46, *Fibres optiques – Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur de transmission optique*

CEI 60793-1-54:____¹⁾, *Fibres optiques – Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma*

CEI 60794-1-1:2001, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-1: Spécification générique – Généralités*

¹⁾ A publier.

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures

1 Scope and object

This part of International Standard IEC 60794 applies to optical fibre cables for use with telecommunication equipment and devices employing similar techniques, and to cables having a combination of both optical fibres and electrical conductors.

The object of this standard is to define test procedures to be used in establishing uniform requirements for the geometrical, transmission, material, mechanical, ageing (environmental exposure) and climatic properties of optical fibre cables, and electrical requirements where appropriate.

2 Normative references

2.1 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 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60227-2:1997, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 2: Test methods*

IEC 60544 (all parts): *Electrical insulating materials – Determination of the effects of ionising radiation*

IEC 60793-1-22:2001, *Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length measurement*

IEC 60793-1-32:2001, *Optical fibres – Part 1-32: Measurement methods and test procedures – Coating strippability*

IEC 60793-1-40:2001, *Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*

IEC 60793-1-46:2001, *Optical fibres – Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance*

IEC 60793-1-54 _____¹⁾, *Optical fibres – Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation*

IEC 60794-1-1:2001, *Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General*

¹⁾ To be published.

CEI 60794-3:2001, *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Câbles pour conduites, enterrés et aériens – Spécification intermédiaire*

CEI 60794-4, *Câbles à fibres optiques – Partie 4: Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance* ²⁾

CEI 61931:1998, *Fibres optiques – Terminologie*

2.2 Les références ci-incluses à la spécification particulière pour les attributs et les paramètres de câble sont prévues pour inclure les autres parties applicables de la présente spécification, les spécifications de famille applicables qui en dépendent et la spécification particulière. L'Annexe A de la 60794-1-1 contient de telles prescriptions pour les liaisons à courtes distances.

3 Généralités et guide

A l'étude.

3.1 Introduction

3.2 Format des procédures d'essai

L'ordre de base pour chaque méthode d'essai est défini ci-après. Des clauses supplémentaires peuvent être ajoutées, tout en maintenant cet ordre général.

Objet

Echantillon

Appareillage

Procédure

Exigences

Détails à spécifier

3.3 Définitions

3.4 Conditions atmosphériques normales

3.5 Valeur numérique de grandeur

3.6 Symboles graphiques et terminologie

Voir la CEI 61931/TR.

3.7 Sécurité

3.8 Guide d'étalonnage

3.8.1 Etalonnage

Le processus d'étalonnage peut être défini comme l'ensemble d'opérations qui établissent, sous certaines conditions, la relation entre les valeurs indiquées par un système de mesure et les valeurs connues d'une référence. Une fois établie, cette relation peut être utilisée pour ajuster le système de mesure afin de corriger les erreurs statistiquement significatives. Le réglage du système peut prendre la forme, par exemple, d'un réglage physique ou logique si on a connaissance de l'existence d'une relation déterministe.

²⁾ A publier

IEC 60794-3:2001, *Optical fibre cables – Part 3: Duct, buried and aerial cables – Sectional specification*

IEC 60794-4, *Optical fibre cables – Part 4: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines* ²⁾

IEC 61931:1998, *Fibre optic – Terminology*

2.2 References herein to the detail specification for cable attributes and parameters are intended to include the applicable other parts of this specification, the applicable family specifications contained therein and the detail specification. Annex A of IEC 60794-1-1 contains such requirements for short-distance links.

3 General and guidance

Under consideration.

3.1 Introduction

3.2 Test procedure format

The standard order of each test method is as follows. Additional clauses may be inserted, whilst maintaining this general order.

Object

Sample

Apparatus

Procedure

Requirement

Details to be specified

3.3 Definitions

3.4 Standard atmospheric conditions

3.5 Numerical value of quantity

3.6 Graphical symbols and terminology

See IEC 61931/TR.

3.7 Safety

3.8 Calibration

3.8.1 Calibration

The process of calibration may be defined as the set of operations which establish, under specified conditions, the relationship between values indicated by a measuring system and the known values of a reference material. Once established, this relationship may be used to adjust the measuring system to correct for statistically significant bias. Adjustment of the system may take the form of, for example, a hardware or a software adjustment if a deterministic relationship is known to exist.

²⁾ To be published.

S'assurer, avant usage, que l'appareil est étalonné et réglé conformément aux instructions du fabricant, afin de minimiser l'incertitude de mesure.

Relever les données pertinentes d'étalonnage, telle que la valeur étalonnée et l'incertitude de la référence ou de l'équipement d'essai utilisé.

3.8.2 Evaluation des incertitudes ²

L'incertitude de la mesure peut-être définie comme la plage à l'intérieur de laquelle on estime que la valeur vraie d'une grandeur mesurée (mesurande) se trouve avec une probabilité donnée (ou niveau de confiance). L'incertitude de mesure comprend normalement plusieurs composantes, dont certaines peuvent être estimées par des techniques statistiques (connues sous le nom d'incertitudes de type A) tandis que d'autres le sont sur la base de l'expérience ou d'autres informations (connues sous le nom d'incertitudes de type B). Les composantes d'incertitudes, ou variances, sont cumulatives, et un intervalle de confiance peut être calculé pour les mesures basées sur la somme des composants de la variance.

Une structure type des incertitudes peut inclure les sources d'incertitudes suivantes:

- incertitude d'étalonnage des matériaux de référence ou de l'équipement utilisés – normalement indiquée dans le certificat d'étalonnage des étalons;
- incertitude de transfert – changements estimés dans des valeurs certifiées des matériaux de référence ou de l'équipement depuis leur étalonnage;
- incertitude aléatoire de fonctionnement – effets prévisibles des conditions d'environnement, telles que la température et l'humidité;
- incertitude statistique de mesure de l'échantillon et de l'étalon – en raison, par exemple, du bruit électrique, des vibrations, de la quantification des données etc.

3.9 Conditions d'injection

4 Essais des câbles optiques

Les procédures de mesure suivantes décrivent les essais mécaniques et les essais d'environnement relatifs aux câbles optiques et aux éléments de câbles. Certains de ces essais sont à l'étude.

Comme cette norme est une révision d'une spécification antérieure, certains essais ont été remplacés par d'autres ou ont été définis comme n'étant pas applicables. En conséquence, plusieurs numéros dans la liste de numérotation des essais sont manquants. Ce sont les numéros E9, E16, F2 et F4.

² ISO Guide ISBN 92-67-20188-3: 1995, Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure.

Ensure the apparatus is calibrated and adjusted in accordance with the manufacturer instructions before use, in order to minimize measurement uncertainty.

Record relevant information of the calibration process, such as the calibrated value and uncertainty of the reference material or test equipment used.

3.8.2 Assessment of uncertainties³

Measurement uncertainty may be defined as the range within which the true value of a measured quantity (the measurand) is estimated to lie, within a given likelihood (or confidence level). The measurement uncertainty normally comprises several components, some of which may be estimated using statistical techniques (known as Type A uncertainties) whilst others may be estimated on the basis of experience or other information (known as Type B uncertainties). Components of uncertainty, or variance, are additive, and a confidence interval may be calculated for the measurements based on the sum of the variance components.

A typical build-up of uncertainty may include the following sources of uncertainty:

- calibration uncertainty of reference materials or equipment used – normally stated on the calibration certificates of the standards;
- transfer uncertainty – estimated changes in the certified values of reference materials or equipment since they were calibrated;
- operational uncertainty – estimated effects of environmental conditions, such as temperature and humidity.
- statistical (random) uncertainty in the measurement of the specimen and the calibration standard – due to, for example, electrical noise, vibration, data quantization, etc.

3.9 Launch conditions

4 Optical cable tests

The following measurement procedures describe mechanical and environmental tests for optical cables and cable elements. Some of the tests are under consideration.

As this standard is a revision of an earlier specification, some tests have been superseded by other tests or have been determined to be otherwise not applicable. Therefore, several numbers in the test numbering sequence are missing. They are E9, E16, F2 and F4.

³) See ISO/IEC Guide to the expression of uncertainty in measurement.

5 Méthode E1: Résistance à la traction

5.1 Objet

Cette méthode de mesure est applicable aux câbles à fibres optiques qui sont soumis à une contrainte particulière de traction afin d'étudier le comportement de l'affaiblissement et/ou l'allongement de la fibre en fonction de la charge pouvant être appliquée au câble en cours d'installation. Cette méthode est voulue comme non destructive (la traction appliquée doit rester dans les valeurs de service).

Deux méthodes de mesure sont décrites ci-dessous:

- méthode E1A: procédure pour la détermination des variations de l'affaiblissement;
- méthode E1B: procédure pour la détermination des allongements des fibres.

La méthode E1B peut fournir des informations à la fois concernant la force maximale de traction admissible pour l'installation et la marge d'allongement du câble.

Une des méthodes, ou les deux, soit séparément soit en combinaison, doit être utilisée conformément à la spécification particulière ou selon accord entre l'utilisateur et le constructeur.

5.2 Echantillon

Un tronçon de câble à essayer, de longueur suffisante pour obtenir la précision voulue, est prélevé sur le touret ou la bobine.

Les deux extrémités de la fibre à essayer doivent être préparées de façon à offrir des surfaces planes.

5.3 Appareillage

L'appareillage comprend:

- a) 1) un banc de mesure de l'affaiblissement pour la détermination des variations d'affaiblissement (voir CEI 60793-1-40) pour la méthode E1A, et/ou
 - 2) un banc de mesure de l'allongement de la fibre (voir CEI 60793-1-22, méthode C: méthode de mesure de l'allongement de la fibre) pour la méthode E1B;
- b) 1) un banc de mesure de la résistance à la traction capable de recevoir la longueur minimale à essayer. Il est permis d'utiliser des dispositifs de transfert (voir Figure 2),
 - 2) une cellule dynamométrique avec une erreur maximale de ± 3 % de sa plage maximale,
 - 3) un dispositif de fixation: il convient de veiller à ce que la méthode spécifique d'immobilisation des composants du câble n'affecte pas les résultats;
- c) si cela est prescrit, des moyens mécaniques ou électriques pour mesurer l'allongement du câble doivent être fournis.

Des exemples d'appareillages appropriés sont représentés aux Figures 1 et 2.

5.4 Procédure

- a) Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être conformes aux conditions atmosphériques standard.
- b) Charger le câble sur l'appareillage de traction et le fixer. Il faut utiliser aux deux extrémités de l'appareillage de traction, une méthode de fixation du câble qui bloque celui-ci de manière uniforme de telle sorte que tous ses composants soient restreints dans leur mouvement. Pour la plupart des constructions de câble (par exemple câbles de type

5 Method E1: Tensile performance

5.1 Object

This measuring method applies to optical fibre cables which are tested at a particular tensile strength in order to examine the behaviour of the attenuation and/or the fibre elongation strain as a function of the load on a cable which may occur during installation. This method is intended to be non-destructive (the tension applied shall be within the operational values).

Two measuring methods are described below:

- method E1A: procedure for determining attenuation changes;
- method E1B: procedure for determining fibre elongation strain.

Method E1B can provide information on both the maximum allowable pulling force for field installation and the strain margin of the cable.

One method or the other, or both, either separately or in combination, shall be used according to the detail specification or upon agreement between user and manufacturer.

5.2 Sample

A length of cable under test, sufficient to achieve the desired accuracy, is removed from the reel or coil.

A flat endface shall be prepared at both ends of the test fibre.

5.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- 1) an attenuation measuring apparatus for the determination of attenuation changes (see IEC 60793-1-40) for method E1A, and/or
- 2) a fibre elongation strain measuring apparatus (see IEC 60793-1-22, method C: Fibre elongation measurement method) for method E1B;
- b) 1) a tensile strength measuring apparatus which is able to accommodate the minimum length to be tested. Transfer devices may be used (see Figure 2),
- 2) a load cell with a maximum error of ± 3 % of its maximum range,
- 3) a clamping device: care should be taken that the specific method of capturing the cable components does not affect the results;
- c) if required, mechanical or electrical means for measuring the cable elongation shall be provided.

Examples of suitable apparatus are shown in Figures 1 and 2.

5.4 Procedure

- a) Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions.
- b) Load the cable onto the tensile rig and secure it. At both ends of the tensile rig, a method of securing the cable shall be used which uniformly locks the cable so that all components of the cable are restricted in their movement. For most cable constructions (e.g. stranded type cables), clamping on cable elements, except the fibres, is practical and sufficient to obtain attenuation changes and/or both the maximum allowable pulling load and the strain margin of the cable. However, for certain cable constructions (e.g. single loose tube), it may be

assemblé), une fixation sur les éléments de câble, à l'exception des fibres, est pratique et suffisante pour obtenir les variations d'affaiblissement et/ou à la fois la charge de traction maximale admissible et la marge d'allongement du câble. Cependant, pour certaines constructions de câble (par exemple tube unique à structure lâche) il peut être nécessaire d'empêcher les fibres de glisser pour obtenir les données de marge d'allongement correctes.

NOTE Pour les types de câbles aériens, si cela est prescrit par la spécification particulière, il convient de fixer le câble par les moyens d'ancrage adaptés au type de câble concerné. Pour certains câbles lourdement armés, un dispositif de fixation avec une bride de serrage ou un dispositif d'ancrage similaire sont admis.

- c) Relier la fibre à essayer du câble soumis à l'essai de traction à l'appareillage de mesure. Pour la méthode E1B et lorsque la technique du retard impulsif (temps de vol) de la méthode C (Méthode de l'allongement de la fibre) de la CEI 60793-1-22, il faut veiller à ce que la longueur de référence ne varie pas pendant la traction de l'échantillon.
- d) La tension doit être augmentée de manière continue jusqu'à la ou les valeurs prescrites dans la spécification particulière.
- e) La variation de l'affaiblissement et/ou l'allongement de la fibre doivent être enregistrés, de préférence en fonction de la charge appliquée au câble ou de l'allongement.
- f) Pour les câbles possédant un grand nombre de fibres, un dispositif de mesure multiple d'affaiblissement et/ou d'allongement de fibre peut être utilisé.
- g) Un nombre représentatif de fibres et/ou un nombre de cycles d'essai (en général un) doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et client.

5.5 Prescriptions

L'affaiblissement et/ou l'allongement de la fibre de l'échantillon ne doivent pas dépasser les valeurs données dans la spécification particulière applicable.

Pour la méthode E1B:

Si cela est prescrit par la spécification particulière, l'allongement de la fibre en fonction de la charge, comprenant l'allongement résiduel de la fibre après enlèvement de la charge, doit être évalué.

Le jeu de données présenté avec les résultats doit inclure la courbe d'étalonnage ou le facteur de déphasage mesuré, ou le retard d'impulsion par rapport à l'allongement de la fibre concernée.

Un exemple de présentation de l'allongement du câble et de la fibre est donné en Figure 3.

Si cela est prescrit, la valeur de la charge où commence l'allongement de la fibre est définie, sur le tracé de l'allongement de la fibre par rapport à la charge, comme étant l'intersection de la partie linéaire de la courbe avec l'axe de la charge.

NOTE En première approximation, la longueur de fibre en allongement est considérée comme étant égale à la longueur du câble sous tension. Il convient, néanmoins, de noter que la valeur calculée de l'allongement de la fibre dépend de la précision de la valeur de cette longueur de câble et également de la longueur de fibre en excès dans le câble, ce qui dépend de la conception du câble.

5.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) longueur du câble et longueur sous tension;
- b) préparation des extrémités;
- c) cellule dynamométrique;
- d) conditions d'injection et dispositif de mesure de l'affaiblissement;
- e) dispositif de mesure de l'allongement de la fibre, le cas échéant;

necessary to prevent the fibres from slipping in order to obtain the correct strain margin figures.

NOTE For aerial cable types, if required by the detail specification, the fixing of the cable should be made by means of the anchoring devices relevant to the type of cable considered. For certain heavily armoured cables, a clamping device involving a stocking grip or similar anchoring device may be used.

- c) Connect the test fibre of the cable under tensile test to the measurement apparatus. For method E1B, and when using the Pulse delay (time of flight) technique of method C (Fibre elongation method) of IEC 60793-1-22, care shall be taken that, during the pulling of the sample, the reference length does not change.
- d) The tension shall be continuously increased to the required value(s) given in the detail specification.
- e) The change of attenuation and/or fibre strain shall be recorded, preferably as a function of cable load or elongation.
- f) For cables with a large number of fibres, a multiple attenuation and/or fibre strain measuring device can be used.
- g) A representative number of fibres and/or a number of test cycles (typically one) shall be agreed between manufacturer and customer.

5.5 Requirements

The attenuation and/or fibre strain of the sample shall not exceed the values given in the relevant detail specification.

For method E1B:

If required by the detail specification, the fibre elongation versus load, including residual elongation after the load removal, shall be evaluated.

The set of data presented with the results shall include the calibration curve or factor of the measured phase shift, or the pulse delay versus fibre elongation of the relevant fibre.

An example of presentation of the cable and fibre elongation is given in Figure 3.

If required, the load value where the beginning of fibre strain occurs is defined, on the plot of fibre strain versus load, as the intersection of the linear portion of the curve with the load axis.

NOTE As a first approximation, the length of fibre under elongation strain is taken as equal to the length of cable under tensile load. It should be noted, however, that the calculated value of the fibre elongation strain is affected by the accuracy of the value of this cable length and also by the excess length of fibre in the cable, which depends on the cable design.

5.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) length of the cable and length under tension;
- b) end preparation;
- c) load cell;
- d) launching conditions and attenuation measuring device;
- e) fibre strain measuring device, if applicable;

- f) variation de l'affaiblissement et/ou allongement de la fibre à une longueur d'onde spécifiée en fonction de la charge;
- g) vitesse d'augmentation de la traction;
- h) précision minimale pour la mesure du tronçon de câble, le cas échéant;
- i) température, si elle diffère de celle qui est indiquée pour les conditions atmosphériques standard.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

Withdrawn

- f) change of attenuation and/or fibre strain at a specified wavelength as a function of the load;
- g) rate of tension increase;
- h) minimum accuracy for the measurement of the cable length, if applicable;
- i) temperature, if different from that indicated for standard atmospheric conditions.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

Withdawn

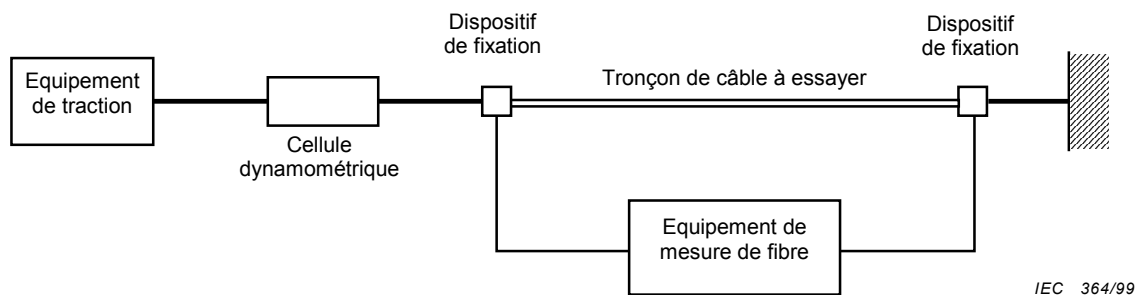


Figure 1 – Banc de mesure de la résistance à la traction

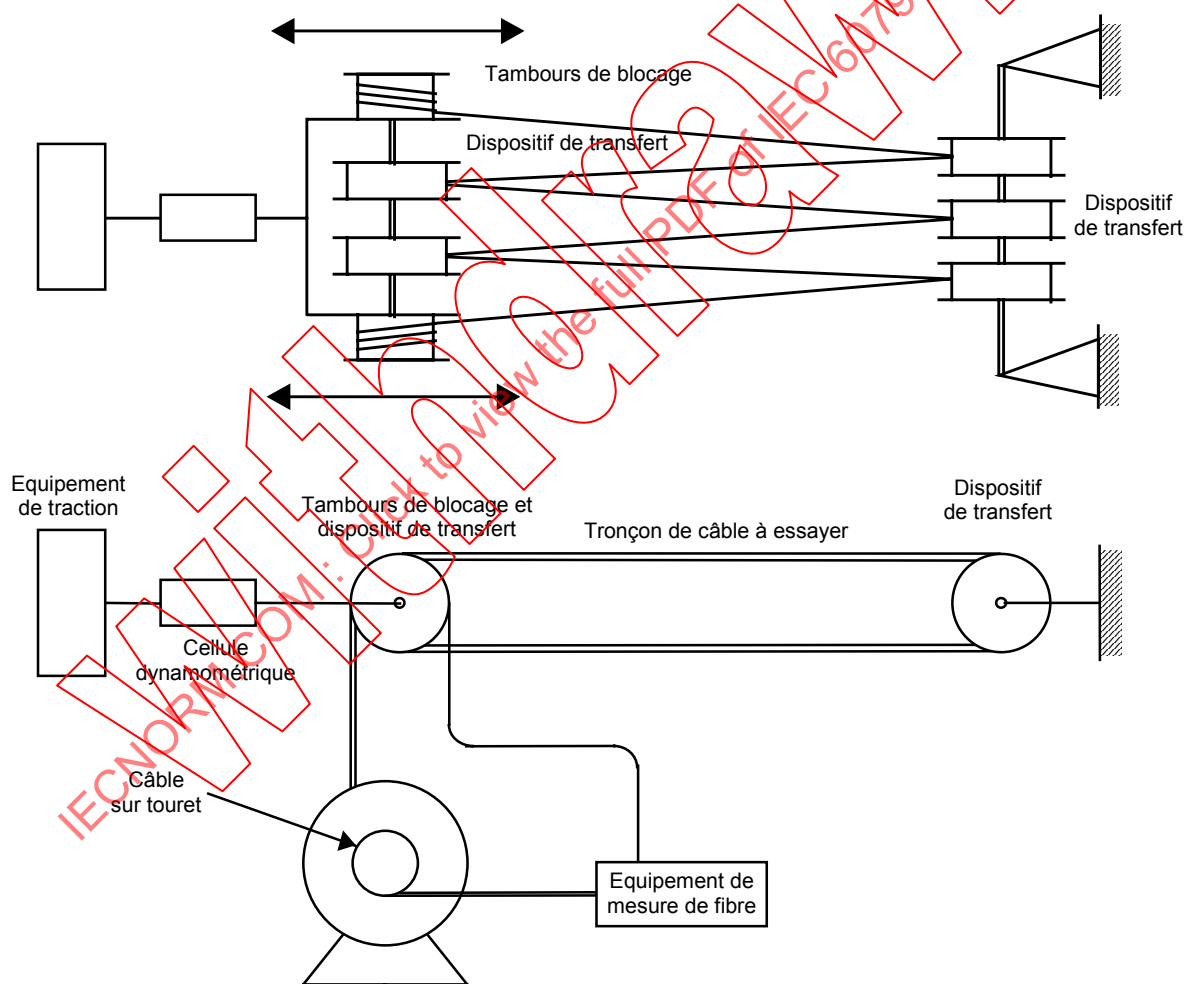


Figure 2 – Exemple de banc de mesure de la résistance à la traction utilisant des dispositifs de transfert et des tambours de blocage

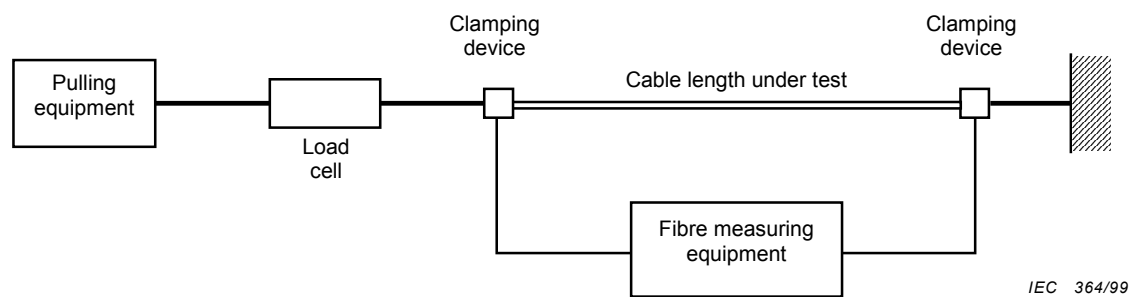


Figure 1 – Tensile performance measuring apparatus

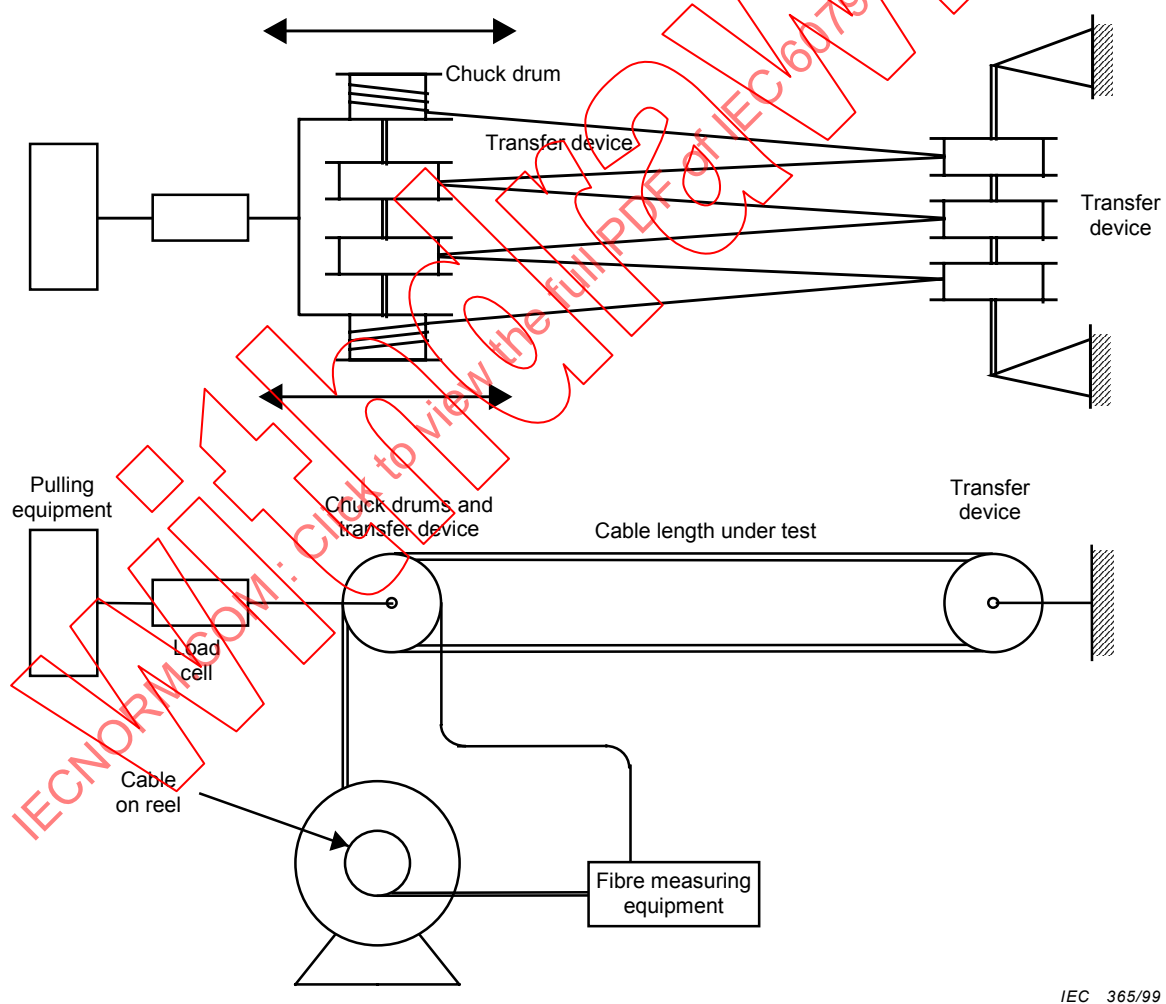


Figure 2 – Example of tensile performance measuring apparatus using transfer devices and chuck drums

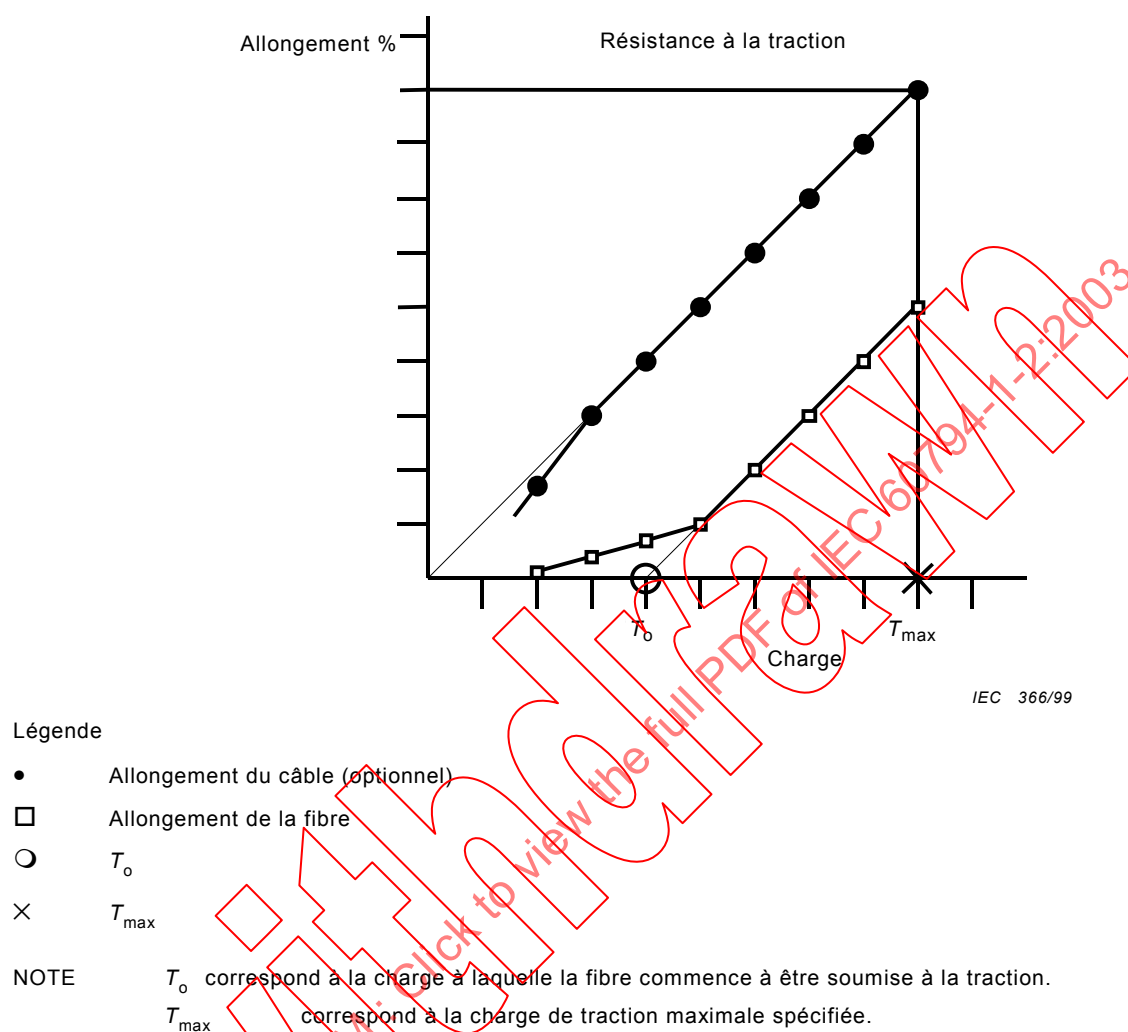
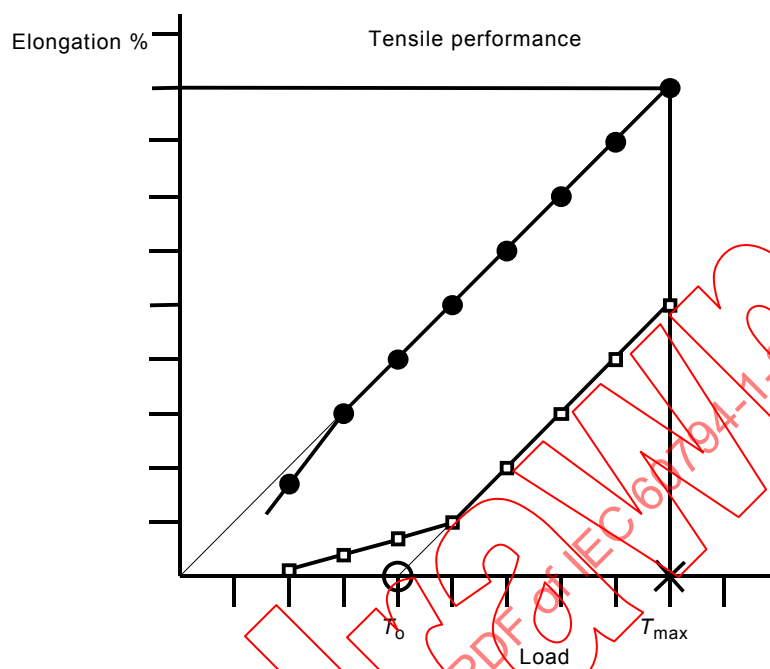


Figure 3 – Exemple d'allongement de la fibre et du câble en fonction de la charge



Key

- Cable elongation (optional)
- Fibre elongation
- T_o
- × T_{max}

NOTE

- T_o corresponds to the load at which the fibre becomes under strain.
- T_{max} corresponds to the maximum specified pulling load.

Figure 3 – Example of fibre and cable elongation as a function of load

6 Méthode E2: Abrasion

6.1 Méthode E2A: Résistance à l'abrasion des gaines des câbles à fibres optiques

6.1.1 Objet

La résistance à l'abrasion des câbles à fibres optiques comprend deux aspects:

- a) la capacité de la gaine à résister à l'abrasion;
- b) la capacité des marquages du câble à résister à l'abrasion.

Le présent essai est destiné à déterminer la capacité d'une gaine de câble à fibres optiques à résister à l'abrasion. La résistance à l'abrasion des marquages des câbles est déterminée par la méthode E2B.

6.1.2 Echantillon

L'échantillon doit être d'une longueur suffisante pour effectuer l'essai spécifié. La longueur type est de 750 mm.

6.1.3 Appareillage

L'appareillage pour l'essai d'abrasion comprend un dispositif conçu pour abraser la surface du câble dans les deux directions parallèlement à l'axe longitudinal du câble sur une longueur de $10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ et avec une fréquence de $55 \text{ cycles/min} \pm 5 \text{ cycles/min}$. Un cycle correspond à un mouvement de l'élément d'abrasion dans chaque direction.

L'élément d'abrasion doit être une aiguille en acier d'un diamètre prescrit dans la spécification particulière.

Un appareillage type est représenté à la Figure 4.

6.1.4 Procédure

- a) Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être conformes aux conditions atmosphériques standard.
- b) Fixer solidement l'échantillon de câble, mesurant environ 750 mm de long, au plateau support au moyen de pinces de câble. L'élément d'abrasion doit être chargé avec la masse nécessaire pour fournir la force indiquée dans la spécification particulière tout en évitant des chocs sur le câble.

Il faut effectuer quatre essais sur chaque échantillon, l'échantillon étant avancé de 100 mm entre les essais, avec une rotation selon un angle de 90° , toujours dans la même direction.

6.1.5 Prescriptions

Il ne doit pas y avoir de perforation de la gaine et la continuité optique doit être maintenue après avoir réalisé le nombre de cycles indiqué dans la spécification particulière.

6.1.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) nombre de cycles;
- b) diamètre de l'aiguille (méthode 1);
- c) force appliquée.

6 Method E2: Abrasion

6.1 Method E2A: Abrasion resistance of optical fibre cable sheaths

6.1.1 Object

The abrasion resistance of optical fibre cables has two aspects:

- a) the ability of the sheath to resist abrasion;
- b) the ability of cable markings to resist abrasion.

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable sheath to resist abrasion. Abrasion testing of cable markings is method E2B.

6.1.2 Sample

The sample shall be of a length sufficient to carry out the specified test. A typical length is 750 mm.

6.1.3 Apparatus

The abrasion test rig consists of a device designed to abrade the surface of the cable in both directions parallel to the longitudinal axis of the cable over a length of $10\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ at a frequency of $55\text{ cycles/min} \pm 5\text{ cycles/min}$. One cycle consists of one abrading edge movement in each direction.

The abrading edge shall be a steel needle with a diameter as specified in the detail specification.

A typical apparatus is shown in Figure 4.

6.1.4 Procedure

- a) Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions.
- b) Securely attach the cable sample, measuring approximately 750 mm in length, to the supporting plate by means of cable clamps. The abrading edge shall be loaded with the mass necessary to provide the force stated in the detail specification whilst avoiding shock on the cable.

Four tests shall be made on each sample, with the sample moved forwards 100 mm between tests and rotated through an angle of 90° , always in the same direction.

6.1.5 Requirements

There shall be no perforation of the sheath and optical continuity shall be maintained after performing the number of cycles specified in the detail specification.

6.1.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) number of cycles;
- b) diameter of needle (method 1);
- c) force applied.

6.2 Méthode E2B: Résistance à l'abrasion des marquages des câbles à fibres optiques

6.2.1 Objet

La résistance à l'abrasion des câbles à fibres optiques comprend deux aspects:

- a) la capacité de la gaine à résister à l'abrasion;
- b) la capacité des marquages du câble à résister à l'abrasion.

Le présent essai est destiné à déterminer la capacité des marquages des câbles à fibres optiques à résister à l'abrasion. La résistance à l'abrasion des gaines des câbles est déterminée par la méthode E2A.

Selon le type de marquage et comme indiqué dans la spécification particulière, une des deux méthodes suivantes doit être utilisée:

- la méthode 1 convient aux types de marquage rigides tels que marquages en relief, en creux et frittés;
- la méthode 2 convient aux types de marquage autres que en relief, en creux et frittés.

6.2.2 Echantillon

L'échantillon doit être d'une longueur suffisante pour effectuer l'essai spécifié. La longueur type est de 750 mm.

6.2.3 Appareillage

6.2.3.1 Méthode 1

Un appareillage type est représenté à la Figure 4.

Le dispositif est conçu pour abraser le marquage du câble parallèlement à l'axe longitudinal du câble sur une longueur de 40 mm, à une fréquence de 55 cycles/min $\pm$ 5 cycles/min. Un cycle correspond à un mouvement de l'élément d'abrasion dans chaque direction.

L'élément d'abrasion doit être constitué d'une aiguille en acier d'un diamètre de 1 mm ou comme prescrit dans la spécification particulière.

6.2.3.2 Méthode 2

L'appareillage comprend:

- a) un montage d'essai, pour appliquer une force au feutre de laine. Un exemple type est représenté à la Figure 5;
- b) un feutre de laine, de couleur blanche;
- c) des masses pour appliquer une force à l'échantillon.

6.2.4 Procédure

Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être conformes aux conditions atmosphériques standard.

6.2.4.1 Méthode 1

Fixer solidement l'échantillon de câble, mesurant environ 750 mm de long, au plateau support au moyen de pinces de câble. Effectuer l'essai avec l'échantillon monté de telle manière que le marquage soit directement sous l'élément d'abrasion. L'élément d'abrasion doit être chargé avec la masse nécessaire pour fournir la force indiquée dans la spécification particulière tout en évitant des chocs sur le câble.

6.2 Method E2B: Abrasion resistance of optical fibre cable markings

6.2.1 Object

The abrasion resistance of optical fibre cables has two aspects:

- a) the ability of the sheath to resist abrasion;
- b) the ability of cable markings to resist abrasion.

The purpose of this test is to determine the ability of markings of optical fibre cables to resist abrasion. Abrasion testing of cable sheaths is method E2A.

Depending on the kind of marking and as indicated in the detail specification, one of the following two methods shall be used:

- method 1, suitable for rigid marking types like embossing, indenting and sintering;
- method 2, applicable to marking types other than embossing, indenting and sintering.

6.2.2 Sample

The sample shall be of a length sufficient to carry out the specified test. A typical length is 750 mm.

6.2.3 Apparatus

6.2.3.1 Method 1

A typical apparatus is shown in Figure 4.

The device is designed to abrade the marking of the cable parallel to the longitudinal axis of the cable over a length of 40 mm, at a frequency of 55 cycles/min $\pm$ 5 cycles/min. One cycle consists of one abrading edge movement in each direction.

The abrading edge shall be a steel needle with a diameter of 1 mm or as specified in the detail specification.

6.2.3.2 Method 2

The apparatus consists of:

- a) a test set-up, to apply a force to the wool felt. A typical example is shown in Figure 5;
- b) a wool felt, colour white;
- c) masses to apply a force to the sample.

6.2.4 Procedure

Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions.

6.2.4.1 Method 1

Securely attach the cable sample, measuring approximately 750 mm in length, to the supporting plate by means of cable clamps. Carry out the test with the sample mounted so that the marking is directly under the abrading edge. The abrading edge shall be loaded with the mass necessary to provide the force specified in the detail specification whilst avoiding shock on the cable.

6.2.4.2 Méthode 2

Un échantillon de câble comportant des marquages doit être placé entre les deux parties du feutre de laine.

Le feutre de laine doit être bien imprégné d'eau.

La force normale (F) donnée dans la spécification particulière doit être appliquée aux marquages sur l'échantillon qui est déplacé d'avant en arrière sur une longueur de 100 mm. Le nombre de cycles doit être prescrit dans la spécification particulière.

6.2.5 Prescription

Le marquage doit être lisible à l'issue de l'essai, après le nombre de cycles prescrit dans la spécification particulière.

6.2.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) nombre de cycles;
- b) méthode utilisée;
- c) diamètre de l'aiguille (méthode 1);
- d) force appliquée.

6.2.4.2 Method 2

A sample of cable containing markings shall be laid between the two parts of the wool felt.

The wool felt shall be thoroughly impregnated with water.

The normal force (F) given in the detail specification shall be applied to the markings on the sample which is moved back and forth over a length of 100 mm. The number of cycles shall be specified in the detail specification.

6.2.5 Requirement

The marking shall be legible at the completion of the test after the number of cycles specified in the detail specification.

6.2.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) number of cycles;
- b) method used;
- c) diameter of needle (method 1);
- d) force applied.

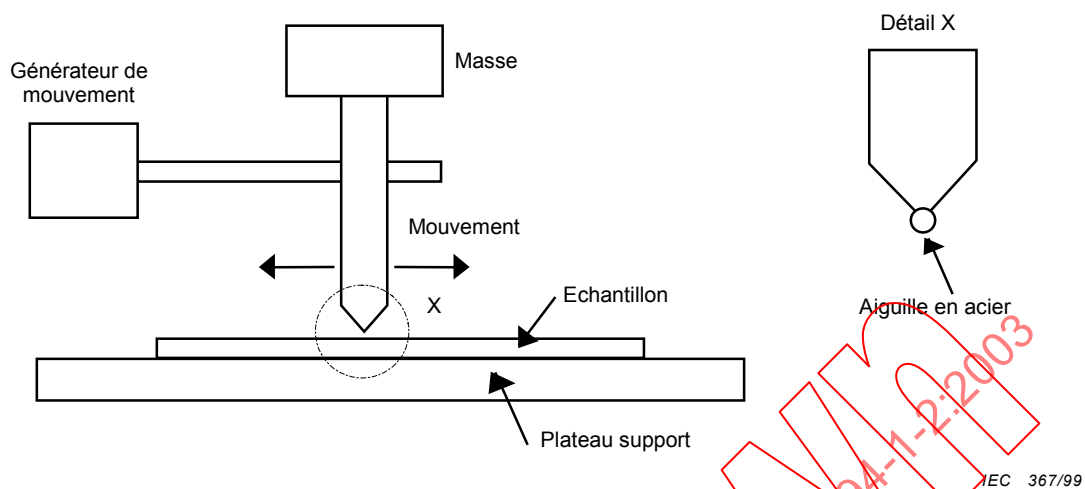


Figure 4 – Montage d'essai type pour les essais E2A et E2B, méthode 1

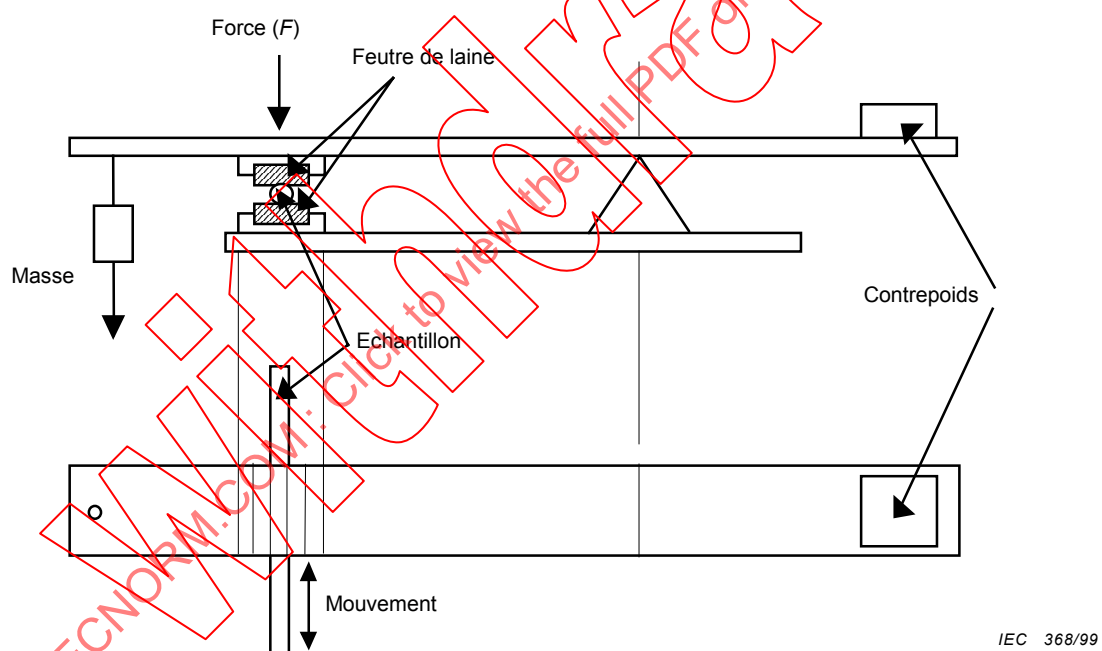


Figure 5 – Montage d'essai type pour l'essai E2B, méthode 2

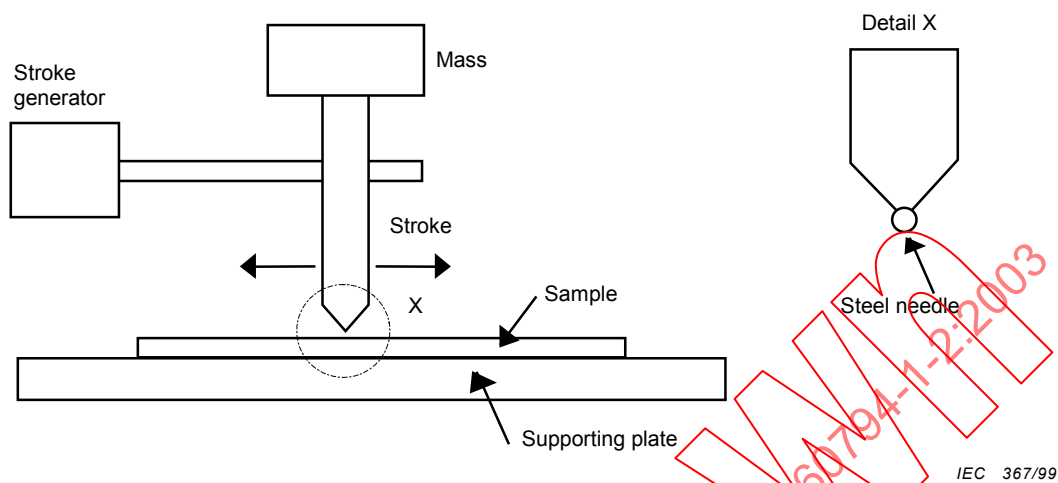


Figure 4 – Typical test set-up for tests E2A and E2B, method 1

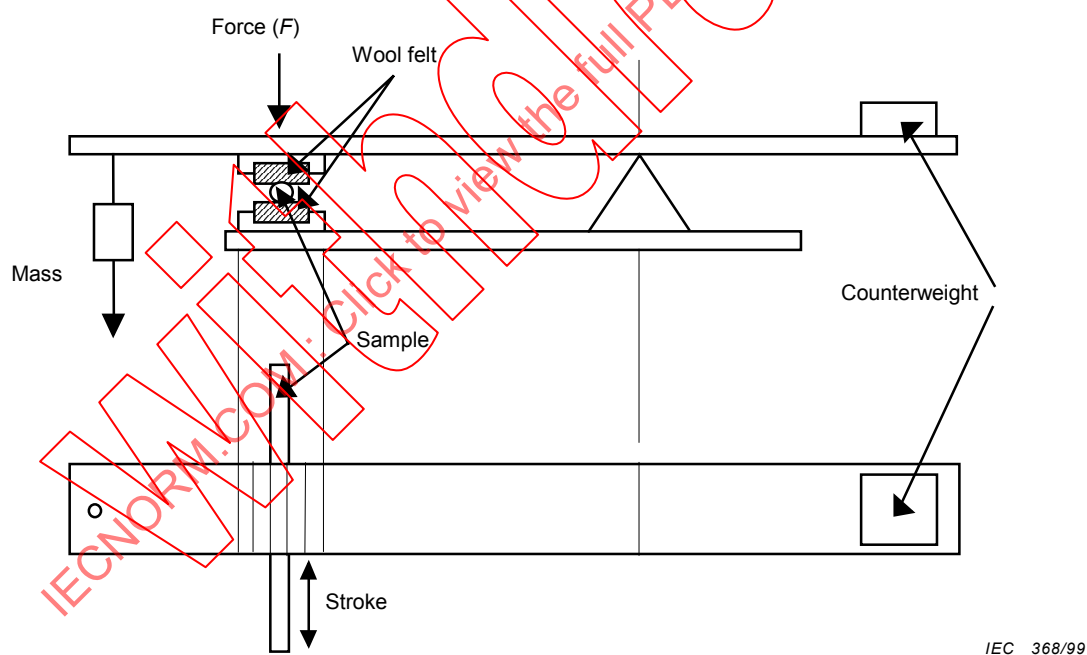


Figure 5 – Typical test set-up for test E2B, method 2

7 Méthode E3: Ecrasement

7.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister à l'écrasement.

7.2 Echantillon

L'échantillon doit être d'une longueur suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

7.3 Appareillage

L'appareillage doit permettre d'écraser un échantillon de câble entre une plaque de base plate en acier et une plaque d'acier mobile qui transmet la force d'écrasement d'une manière uniforme sur une longueur de 100 mm de l'échantillon.

Les bords de la plaque mobile doivent être arrondis selon un rayon d'environ 5 mm. Les bords ne sont pas inclus dans les 100 mm de la partie plate de la plaque. La Figure 6 montre un appareillage adéquat.

7.4 Procédure

L'échantillon de câble doit être disposé entre les plaques de façon qu'il ne puisse pas y avoir de déplacement latéral et la charge doit être appliquée progressivement, sans variation brutale. Si la force est appliquée par paliers successifs, leur rapport ne doit pas dépasser 1,5:1.

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, l'essai sera réalisé trois fois, la force étant appliquée, sur l'échantillon, à trois emplacements différents avec un espacement minimal de 500 mm, sans faire effectuer de rotation au câble.

Si cela est prescrit dans la spécification particulière, il est admis d'effectuer un essai complémentaire ou alternatif en insérant un ou plusieurs mandrins en acier (de 25 mm de diamètre, sauf indication contraire dans la spécification particulière) perpendiculairement à l'échantillon, pour représenter des conditions de fonctionnement particulières.

Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être conformes aux conditions atmosphériques standard.

7.5 Prescriptions

Les critères d'acceptation de l'essai doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou des dommages physiques affectant le câble.

7.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) force totale appliquée;
- b) durée d'application de la force;
- c) nombre d'essais;
- d) espacement entre les emplacements d'essai;
- e) configuration des mandrins, le cas échéant.

7 Method E3: Crush

7.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand crushing.

7.2 Sample

The sample shall be of a length sufficient to carry out the specified test.

7.3 Apparatus

The apparatus shall allow a sample of cable to be crushed between a flat steel base plate and a movable steel plate which applies the crushing force uniformly over a 100 mm length of the sample.

The edges of the movable plate shall be rounded with a radius of about 5 mm. The edges are not included in the 100 mm flat part of the plate. A suitable apparatus is shown in Figure 6.

7.4 Procedure

The cable sample shall be mounted between the plates so that lateral movement is prevented, and the force shall be applied gradually without any abrupt change. If the force is applied in incremental steps, these shall not exceed a ratio of 1,5:1.

Unless otherwise specified in the detail specification, the test shall be performed three times, the force being applied on the specimen at three different places not less than 500 mm apart, without rotating the cable.

If requested in the detail specification, an additional or alternative test may be performed by inserting one or more steel mandrels (25 mm in diameter, unless otherwise specified in the detail specification) perpendicular to the sample, to represent particular operational conditions.

Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions.

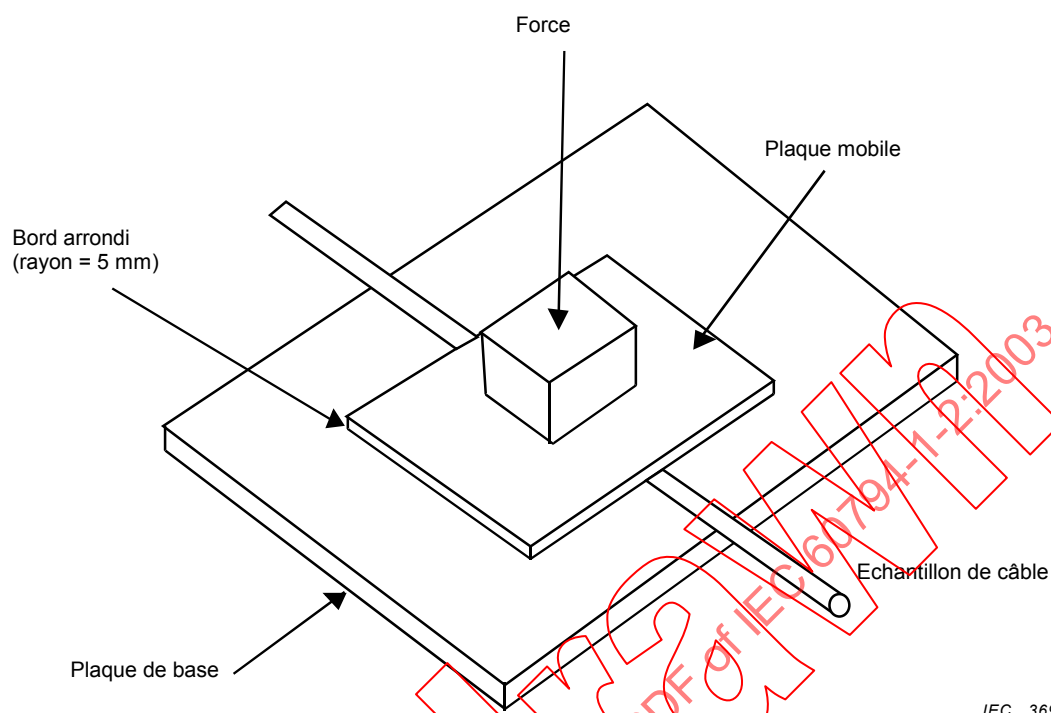
7.5 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.

7.6 Details to be specified

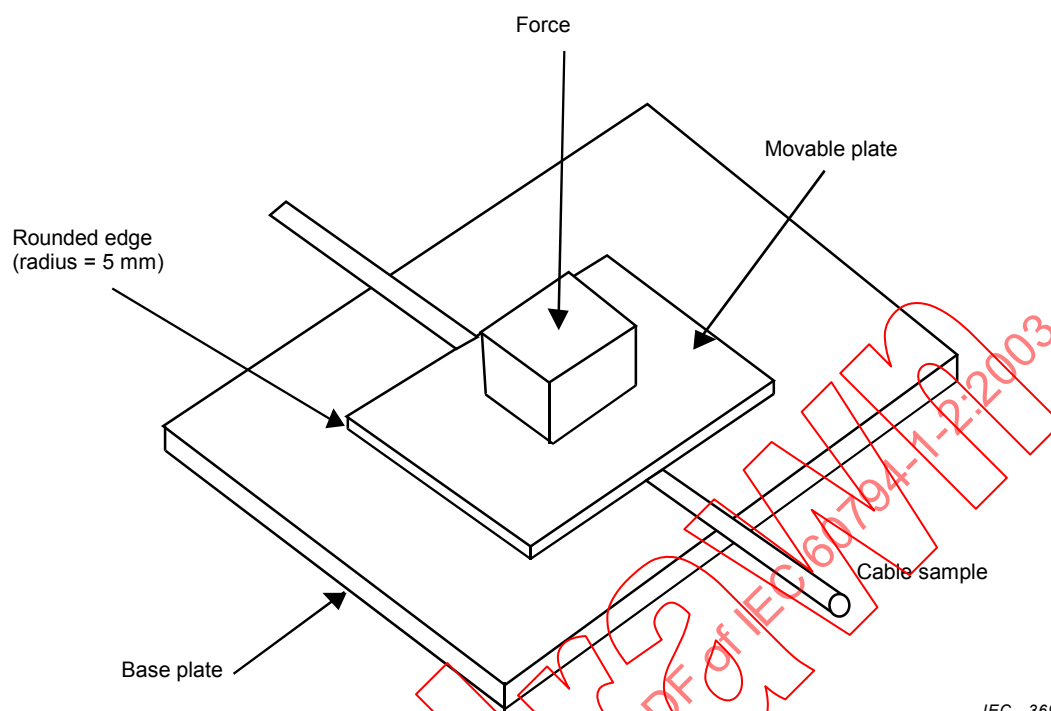
The detail specification shall include the following:

- a) total force applied;
- b) duration of application of the force;
- c) number of tests;
- d) spacing between test places;
- e) configuration of mandrels, if used.



IEC 369/99

Figure 6 – Essai d'écrasement



IEC 369/99

Figure 6 – Crush test

8 Méthode E4: Chocs

8.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister aux chocs.

8.2 Echantillon

8.2.1 Longueur de l'échantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié. Pour une évaluation des seuls dommages physiques, la longueur peut varier de 1 m (par exemple pour les cordons de connexion de petit diamètre ou les câbles duplex) à 5 m (pour les câbles d'un diamètre plus important). Des tronçons plus longs peuvent être nécessaires pour permettre les mesures optiques.

8.2.2 Extrémité

L'échantillon doit être terminé à chaque extrémité par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, les gaines et tout élément de traction soient solidaires de façon représentative. Les fixations sur le banc de chocs peuvent être appropriées, ou bien l'échantillon peut être d'une longueur telle qu'il ne soit pas nécessaire de le retenir.

8.3 Appareillage

L'appareillage doit permettre à un impact d'être transmis à l'échantillon de câble fixé sur une base plate solide en acier. Si un impact unique ou quelques impacts seulement sont prescrits, un appareillage adéquat, représenté à la Figure 7a est utilisé. Un poids est lâché verticalement sur une pièce d'acier qui transmet l'impact à l'échantillon de câble. Pour des impacts répétés (à savoir plus de cinq), un appareillage plus pratique, représenté à la Figure 7b et permettant des impacts multiples avec un pilon est utilisé.

Dans les deux cas, il est également permis d'utiliser d'autres appareillages équivalents.

La surface de frappe en contact avec l'échantillon doit être arrondie, sphérique (Figure 7c, A) ou cylindrique (Figure 7c, B). Le rayon R de la surface doit être indiqué dans la spécification particulière.

L'appareillage doit comprendre tout équipement d'essai optique nécessaire pour mesurer les variations des performances optiques comme prescrit dans la spécification particulière et spécifié dans la méthode A (puissance transmise) de la CEI 607931-1-46.

8.4 Procédure

Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être en conformité avec les conditions atmosphériques standard. Si nécessaire, l'échantillon doit être préconditionné dans des conditions atmosphériques normales pendant 24 h.

La masse du poids ou du pilon et la hauteur à partir de laquelle celui-ci est lâché doivent être ajustées de façon à fournir la valeur d'énergie d'impact donnée dans la spécification particulière. Le nombre et la vitesse des impacts ainsi que leur emplacement sur l'échantillon doivent être conformes aux prescriptions de la spécification particulière.

8 Method E4: Impact

8.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand impact.

8.2 Sample

8.2.1 Sample length

The sample length shall be sufficient to carry out the specified test. When only physical damage is to be evaluated, the length may range from 1 m (for example for small diameter jumper cords or duplex cables) to 5 m (for larger diameter cables). Longer lengths may be necessary to permit optical measurements.

8.2.2 Termination

The sample shall be terminated at each end in a connector, or in a manner such that the fibres, sheathings and any strain members are clamped together in a representative manner. The clamps on the impact apparatus may be adequate, or the sample may be long enough so that no restraint is needed.

8.3 Apparatus

The apparatus shall allow an impact to be imparted to the cable sample which is fixed to a flat substantial steel base. When a single or only a few impacts are required, a suitable apparatus, as shown in Figure 7a, is used. This allows a weight to drop vertically onto a piece of steel which transmits the impact to the cable sample. When repeated impacts are required (say, more than five), a more practical apparatus, as shown in Figure 7b, is used, which allows multiple impacts by a drop hammer.

In both cases, other equivalent apparatus may also be used.

The striking surface contacting the sample shall be rounded, either as a hemisphere (Figure 7c, A) or a cylinder (Figure 7c, B). The radius R of the surface shall be specified in the detail specification.

The apparatus shall include any optical test equipment needed to measure the changes in optical performance as required in the detail specification, and specified in method A (Transmitted power) of IEC 60793-1-46.

8.4 Procedure

Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions. If necessary, the sample shall be pre-conditioned at standard atmospheric conditions for 24 h.

The mass of the weight or drop hammer and the height from which it falls shall be adjusted to give the value of impact energy shown in the detail specification. The number and rate of impacts, and their location on the sample shall be as specified in the detail specification.

8.5 Prescriptions

Les critères d'acceptation de l'essai doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou des dommages physiques affectant le câble.

8.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) nombre d'impacts;
- b) énergie d'impact;
- c) température d'essai;
- d) rayon de la surface de frappe;
- e) fréquence des impacts multiples (le cas échéant);
- f) emplacement des impacts sur l'échantillon;
- g) si la mesure de la continuité optique ou de la variation du facteur de transmission doit être faite.

8.5 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.

8.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) number of impacts;
- b) impact energy;
- c) test temperature;
- d) radius of the striking surface;
- e) frequency of multiple impacts (if any);
- f) location of impacts on the sample;
- g) if optical continuity or change in transmittance is to be measured.

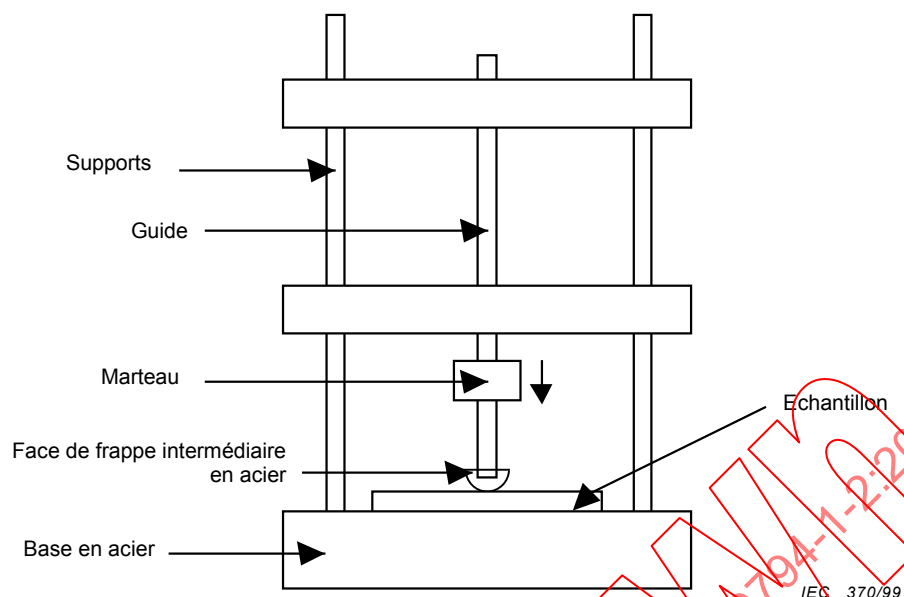


Figure 7a – Appareillage pour quelques impacts

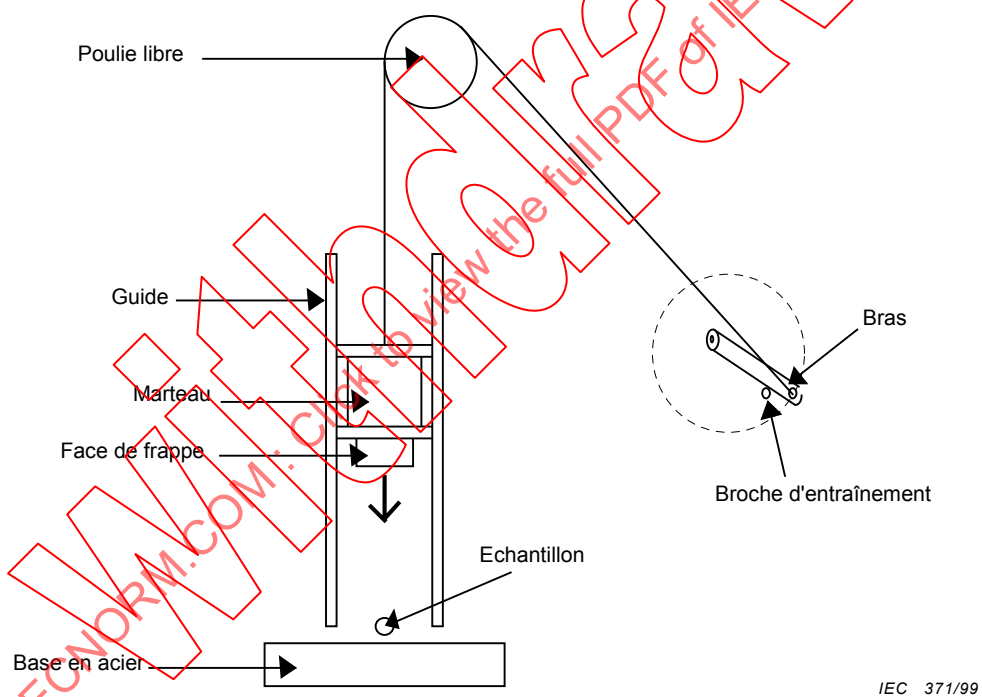


Figure 7b – Appareillage pour impacts multiples

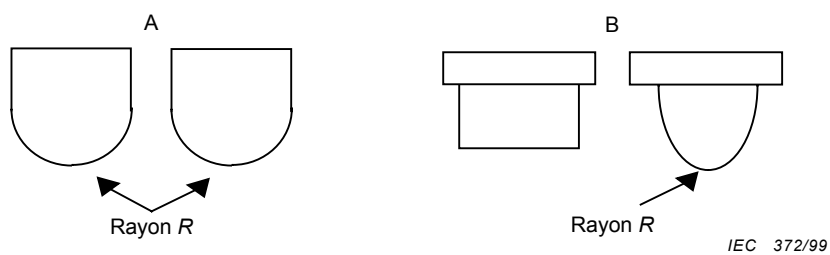


Figure 7c – Détails de la surface de frappe

Figure 7 – Essai de choc

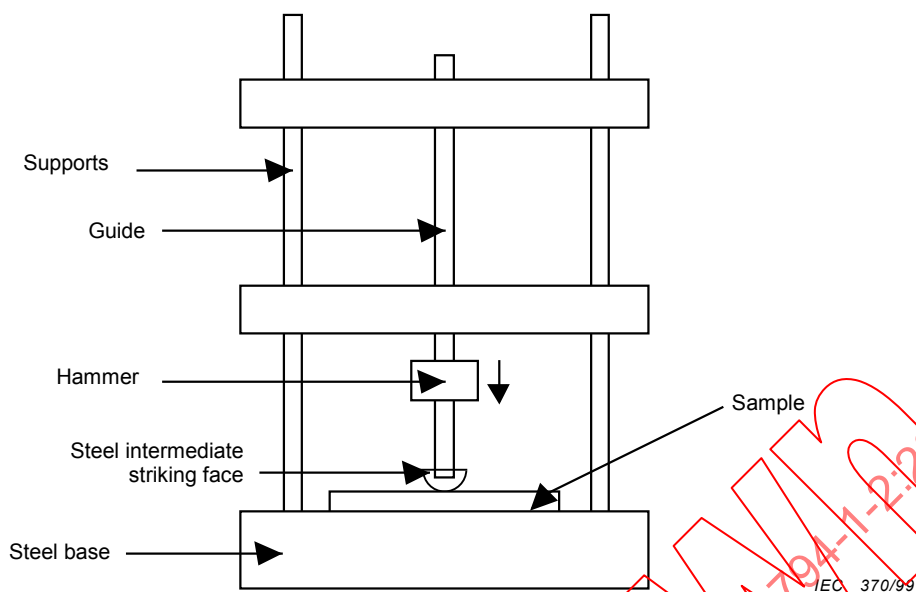


Figure 7a – Apparatus for a few impacts

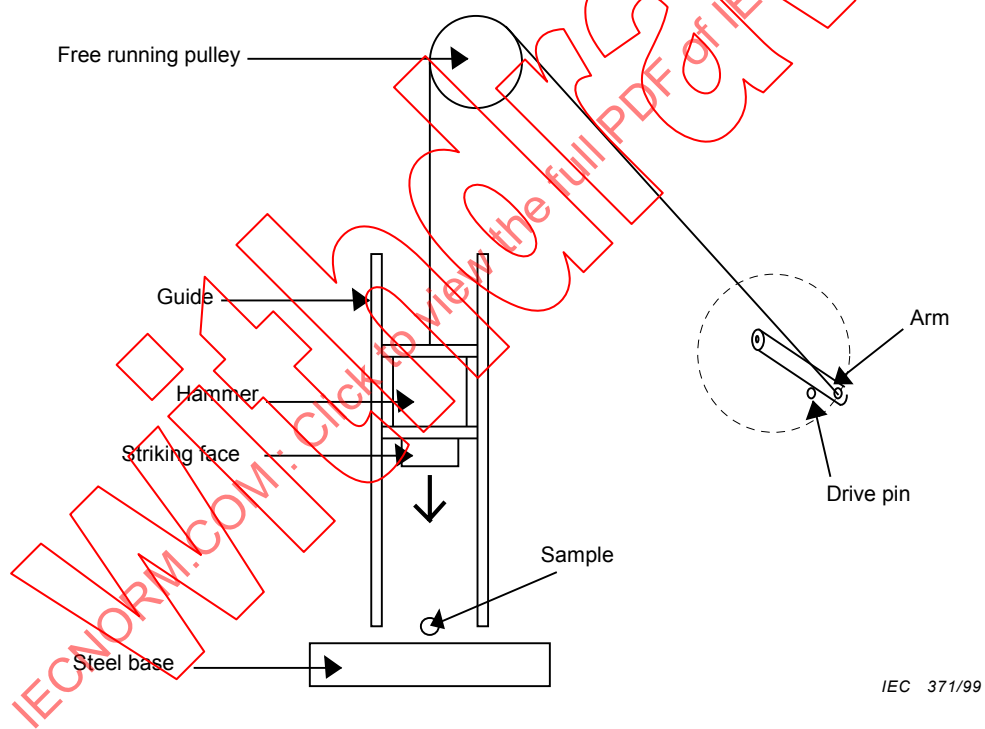


Figure 7b – Apparatus for multiple impacts

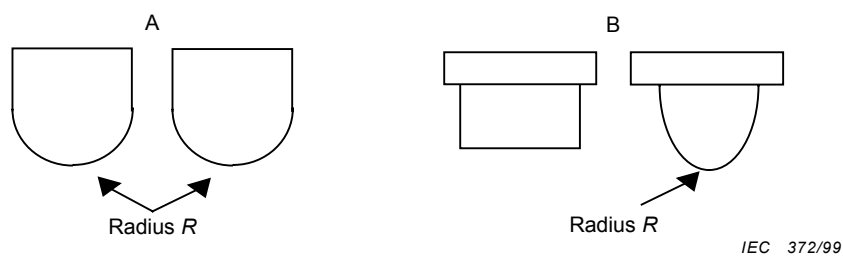


Figure 7c – Details of striking surface

Figure 7 – Impact test

9 Méthode E5: Stabilité de la force de dénudage des fibres optiques câblées

9.1 Objet

Cet essai détermine la stabilité de la force de dénudage du revêtement des fibres câblées en mesurant la variation de la dénudabilité de la fibre après exposition à différentes conditions d'environnement.

9.2 Echantillon

9.2.1 Longueur de l'échantillon

La longueur de l'échantillon de câble ou de fibre doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

9.2.2 Préparation de l'échantillon

Le câble sur lequel on doit prélever les fibres est préconditionné, comme prescrit dans la spécification particulière, avant le retrait des fibres.

L'essai doit être effectué sur des fibres prises sur un échantillon de câble qui est ensuite divisé en deux tronçons (d'un minimum de 2 m). Un tronçon est destiné aux essais et l'autre aux mesures de référence.

Un nombre d'échantillons suffisant doit être fourni pour permettre d'effectuer les essais sur 10 éléments d'essai de fibres, conditionnés comme prescrit dans la spécification particulière, et de les comparer aux résultats des essais sur les fibres prises sur le tronçon de câble de référence.

Après retrait, toute matière de remplissage adhérent aux fibres doit être enlevée avec soin (par exemple en essuyant avec un tissu doux).

Il convient que les prescriptions d'environnement concernant le conditionnement des câbles fassent l'objet d'un accord entre utilisateur et constructeur.

9.3 Appareillage

L'appareillage comprend un équipement de conditionnement (si nécessaire) et un appareillage pour dénuder les fibres (voir la méthode de la dénudabilité de la CEI 60793-1-32).

9.4 Procédure

La dénudabilité de la fibre optique doit être mesurée sur des échantillons conditionnés en environnement en utilisant la méthode de la dénudabilité de la CEI 60793-1-32, après le temps de reprise et reconditionnement comme indiqué dans la spécification particulière. La même méthode doit être utilisée pour mesurer la dénudabilité des échantillons de fibres prélevés sur le tronçon de câble de référence et la variation de la force de dénudage doit être déterminée par comparaison des résultats.

9.5 Prescriptions

La variation de la force de dénudage doit être conforme aux prescriptions données dans la spécification particulière.

9.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) préconditionnement du câble;
- b) conditionnement de la fibre;
- c) temps de reprise et reconditionnement;
- d) la variation admissible de la force de dénudage.

9 Method E5: Stripping force stability of cabled optical fibres

9.1 Object

This test determines the stability of the stripping force of the coating of cabled fibres by measuring the change in fibre strippability after exposure to various environmental conditions.

9.2 Sample

9.2.1 Sample length

The length of the cable or fibre sample shall be sufficient to carry out the specified test.

9.2.2 Sample preparation

The cable from which the fibres shall be taken is preconditioned, as specified in the detail specification, prior to withdrawal of the fibres.

The test shall be carried out on fibres taken from a sample of cable which is further divided into two lengths (minimum 2 m). One length is for testing and the other for reference measurements.

Sufficient samples shall be provided to allow tests to be carried out on 10 test pieces of fibre, conditioned as specified in the detail specification, and compared with test results for fibres taken from the reference cable length.

After withdrawal, any filling compound adhering to the fibres shall be carefully removed (e.g. by wiping with a soft tissue).

Cable environmental conditioning requirements should be agreed between user and manufacturer.

9.3 Apparatus

The apparatus consists of conditioning equipment (if necessary) and a fibre strippability apparatus (see the strippability test method of IEC 60793-1-32).

9.4 Procedure

The optical fibre strippability shall be measured on the environmentally conditioned samples using the strippability method of IEC 60793-1-32, after the recovery time and reconditioning as given in the detail specification. The same method shall be used to measure the strippability of fibre samples taken from the reference cable length and the change in stripping force shall be determined from a comparison of the results.

9.5 Requirements

The change in stripping force shall meet the requirements specified in the detail specification.

9.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) cable preconditioning;
- b) fibre conditioning;
- c) recovery time and reconditioning;
- d) permissible change in stripping force.

10 Méthode E6: Courbures répétées

10.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister à des courbures répétées.

10.2 Echantillon

10.2.1 Longueur de l'échantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié. Pour une évaluation des seuls dommages physiques, la longueur peut varier de 1 m (par exemple pour les cordons de connexion de petit diamètre ou les câbles duplex) à 5 m (pour les câbles d'un diamètre plus important). Des tronçons plus longs peuvent être nécessaires pour permettre les mesures optiques.

10.2.2 Extrémité

L'échantillon doit être terminé à chaque extrémité par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, les gaines et tout élément de traction soient solidaires de façon représentative. Les fixations sur le banc de courbure peuvent être appropriées, ou bien l'échantillon peut être d'une longueur telle qu'il ne soit pas nécessaire de le retenir.

10.3 Appareillage

L'appareillage doit permettre de courber l'échantillon vers l'arrière et vers l'avant selon des angles allant jusqu'à 180°, les deux positions extrêmes formant un angle de 90° sur les deux côtés de la verticale, tout cela pendant que l'échantillon est soumis à une charge de traction. Un appareillage adéquat pour essayer un câble est représenté à la Figure 8. Pour essayer un ensemble câble/connecteur, un appareillage adéquat est représenté à la Figure 9. Il est permis d'utiliser d'autres appareillages équivalents.

Le bras de pliage doit être équipé de pinces ou de fixations réglables pour permettre de maintenir le câble solidement pendant la durée totale de l'essai, sans écraser les fibres optiques ni provoquer de perte optique. Pour les câbles avec connecteurs, il est permis d'utiliser un connecteur pour maintenir le câble sur le bras de pliage.

L'appareillage doit pouvoir effectuer des cycles. Déplacer l'échantillon de la position verticale à la position droite extrême, puis osciller vers la position à l'extrême gauche et retourner à la position verticale d'origine est considéré comme un cycle. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la vitesse de courbure doit être d'environ un cycle en 2 s.

L'appareillage doit comprendre tout équipement d'essai optique nécessaire pour mesurer les variations des performances optiques comme prescrit dans la spécification particulière et spécifié dans la méthode A (puissance transmise) de la CEI 60793-1-46.

10.4 Procédure

- a) Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être en conformité avec les conditions atmosphériques standard.
- b) La procédure peut être définie en six étapes:
 - étape 1: préconditionner l'échantillon dans des conditions atmosphériques normales pendant 24 h;
 - étape 2: fixer l'échantillon sur l'appareillage, comme représenté aux Figures 8 et 9;
 - étape 3: appliquer le poids, comme représenté dans la spécification particulière;

10 Method E6: Repeated bending

10.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand repeated bending.

10.2 Sample

10.2.1 Sample length

The sample length shall be sufficient to carry out the specified test. When only physical damage is to be evaluated the length may range from 1 m (for example for small diameter jumper cords or duplex cables) to 5 m (for larger diameter cables). Longer lengths may be necessary to permit optical measurements.

10.2.2 Termination

The sample shall be terminated at each end in a connector, or in a manner such that the fibres, sheathings and any strain members are clamped together in a representative manner. The clamps on the bending apparatus may be adequate, or the sample may be long enough that no restraint is needed.

10.3 Apparatus

The apparatus shall permit a sample to be bent backwards and forwards through angles up to 180°, the two extreme positions making an angle of 90° on both sides of the vertical, whilst the sample is subjected to a tensile load. For testing cable, a suitable apparatus is shown in Figure 8. For testing a cable/connector assembly, a suitable apparatus is shown in Figure 9. Other equivalent apparatus may be used.

The bending arm shall have an adjustable clamp or fixture to permit holding the cable securely during the entire test, without crushing the optical fibres or inducing optical loss. For connectorized cables, a connector may be used to hold the cable on the bending arm.

The apparatus shall be capable of cycling. Displacing the sample from the vertical position to the extreme right position, then oscillating to the extreme left position and returning to the original vertical position is considered to be one cycle. Unless otherwise specified in the detail specification, the bending rate shall be approximately one cycle in 2 s.

The apparatus shall include any optical test equipment needed to measure the changes in optical performance as required in the detail specification, and specified in method A (Transmitted power) of IEC 60793-1-46.

10.4 Procedure

- a) Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions.
- b) The procedure can be defined by six steps:
 - step 1: precondition the sample at standard atmospheric conditions for 24 h;
 - step 2: fix the sample to the apparatus, as shown in Figures 8 and 9;
 - step 3: apply the weight, as shown in the detail specification;

- étape 4: mesurer les paramètres des critères d'acceptation pour établir les valeurs de base;
- étape 5: effectuer des courbures répétées suivant le nombre de cycles prescrit dans la spécification particulière;
- étape 6: effectuer les mesures des paramètres des critères d'acceptation. Si nécessaire, il est permis d'enlever l'échantillon de l'appareillage pour un examen visuel.

10.5 Prescriptions

Les critères d'acceptation de l'essai doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou des dommages physiques affectant le câble.

10.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) nombre de cycles;
- b) masse du poids;
- c) rayon de courbure R .

- step 4: measure acceptance criteria parameters to establish baseline values;
- step 5: carry out repeated bending for the number of cycles specified in the detail specification;
- step 6: carry out acceptance criteria parameter measurements. If necessary, the sample may be removed from the apparatus for visual examination.

10.5 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.

10.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) number of cycles;
- b) mass of the weight;
- c) bending radius R .

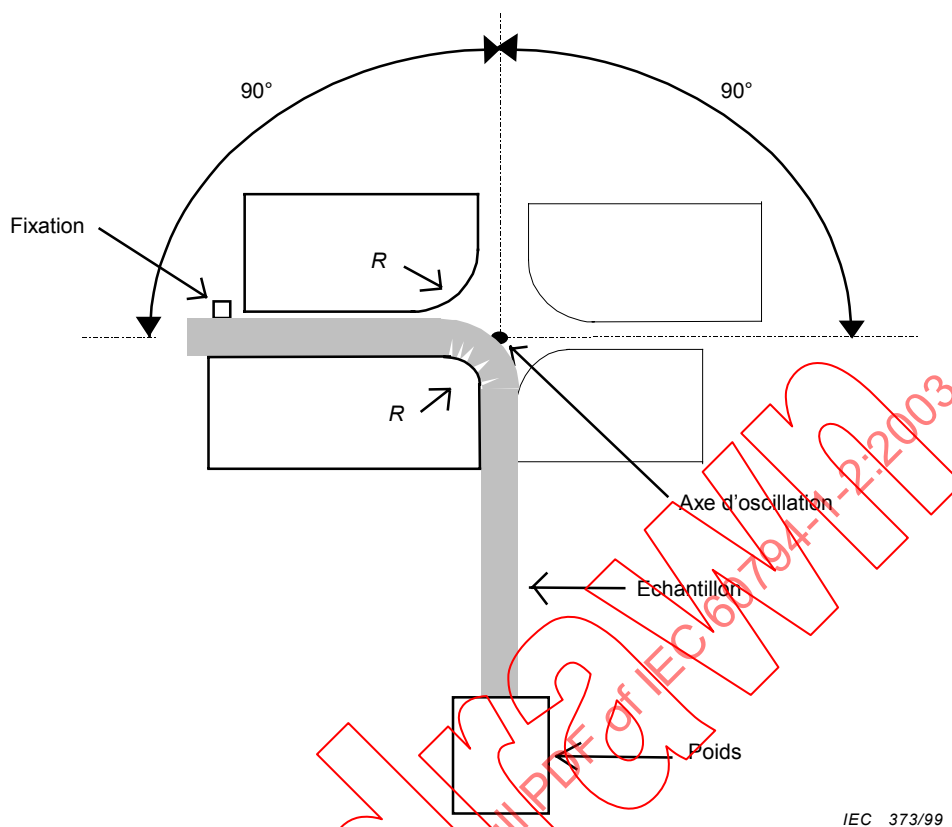


Figure 8 – Essai de courbures répétées d'un câble

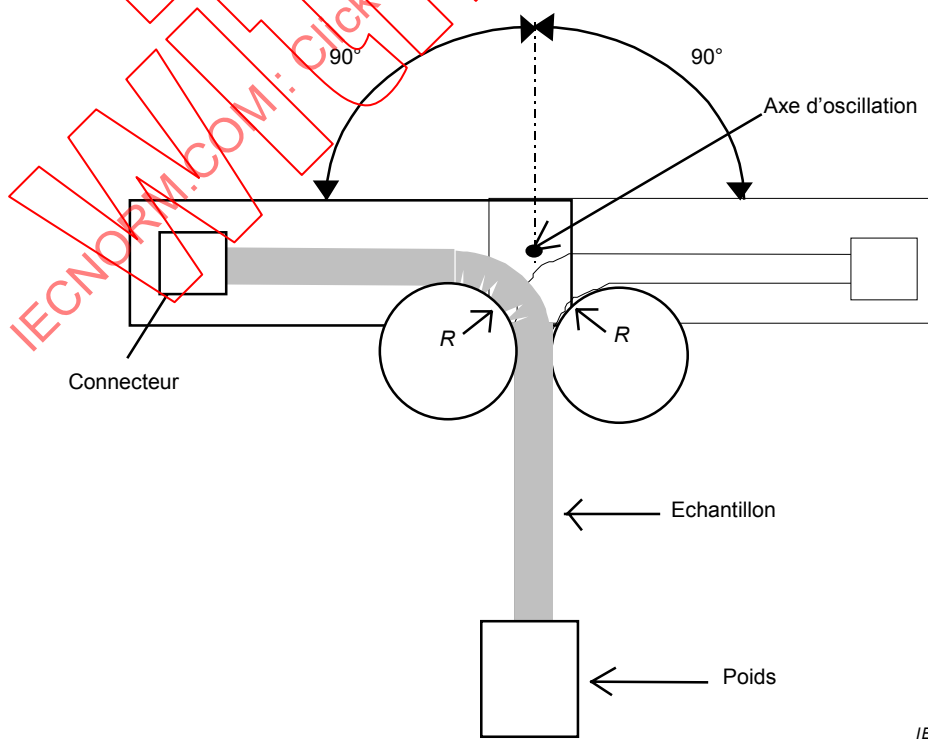


Figure 9 – Essai de courbures répétées pour un ensemble câble/connecteur

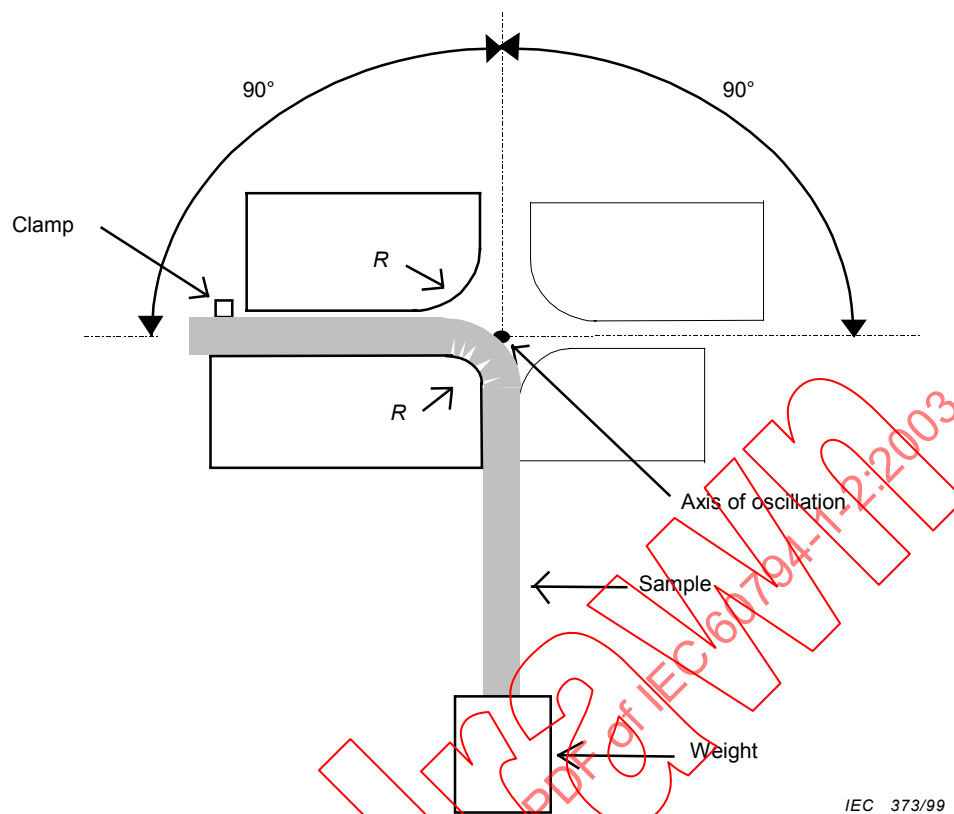


Figure 8 – Repeated bending test for cable

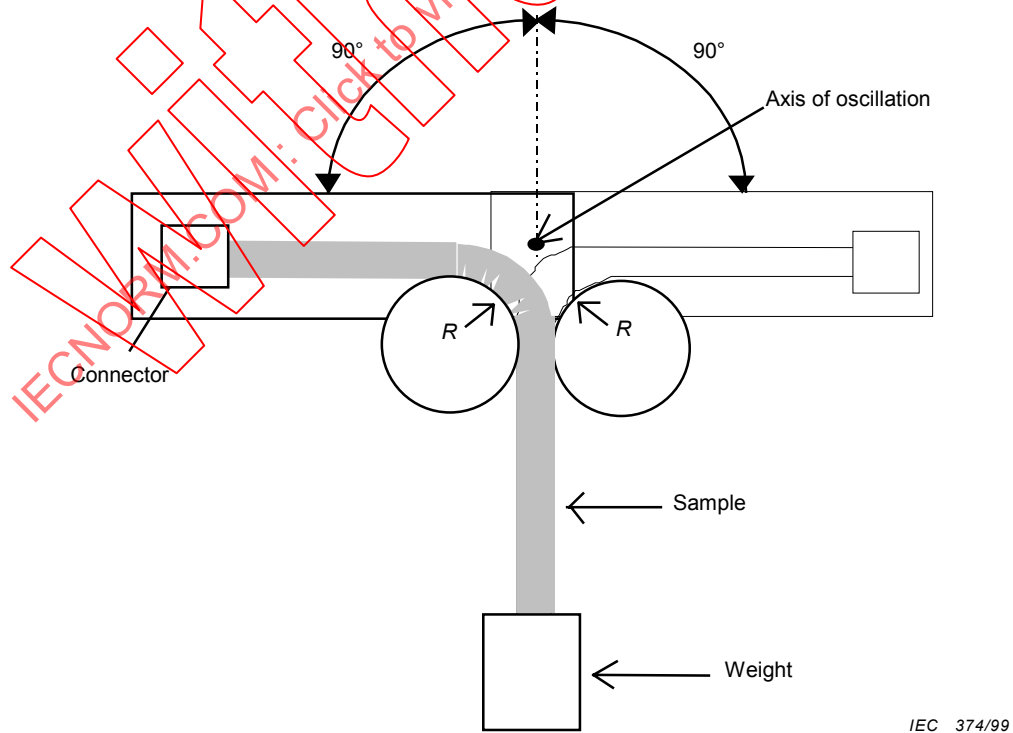


Figure 9 – Repeated bending test for cable/connector assembly

11 Méthode E7: Torsion

11.1 Objet

Cette méthode d'essai est destinée à établir l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister à des torsions mécaniques. En premier lieu, cette procédure vise à mesurer toute variation de la transmission de puissance optique dans une fibre lorsque le câble est soumis à des forces de torsion externes à la gaine de câble. En second lieu, on évalue la possibilité de dommages physiques pouvant résulter de telles contraintes.

11.2 Echantillon

L'éprouvette doit être un échantillon de câble à fibres optiques d'une longueur totale suffisante pour permettre une fixation et une torsion appropriées, et pour permettre des mesures de transmission de puissance comme prescrit dans la spécification particulière.

11.3 Appareillage

L'appareillage de torsion comprend essentiellement deux dispositifs de fixation du câble ou des pinces, l'un fixe et l'autre pouvant tourner, sur un support approprié, la distance entre ces dispositifs pouvant être variée. La pince tournante est reliée à un équipement rotatif convenable (par exemple un levier de torsion). Les supports de pince, les dispositifs de fixation et l'équipement de torsion utilisés doivent permettre l'accès aux deux extrémités de l'éprouvette de câble pour les essais optiques qui peuvent être prescrits. Un appareillage approprié est représenté aux Figures 10, 11 et 12.

Les dispositifs de fixation du câble doivent être tels

- qu'ils puissent suffisamment serrer le câble pour empêcher tout mouvement dans la fixation,
- que les pinces maintiennent fermement le câble en ligne droite,
- que les pinces ne soient pas à l'origine de dommages de torsion localisés sur le câble, causés par le bord intérieur de la pince, ou d'une concentration induite de pression localisée sur le câble,
- que le procédé de fixation n'entraîne pas d'augmentation de l'affaiblissement importante ou mesurable avec précision (tout au plus une augmentation négligeable) dans l'éprouvette.

Si cela est prescrit dans la spécification particulière et/ou pour réduire la courbure de l'éprouvette par rapport à la configuration droite, utiliser des poids ou un mécanisme de charge approprié pour appliquer une charge de traction au dispositif de fixation du câble (voir Figures 11 et 12).

L'appareillage doit comprendre un équipement optique pour mesurer la variation du flux optique de sortie comme prescrit dans la spécification particulière et spécifié dans la méthode A (puissance transmise) de la CEI 60793-1-46.

11.4 Procédure

Installer l'éprouvette dans le banc d'essai de manière que la longueur en essai L (voir Figures 10, 11 et 12) soit telle que prescrite par la spécification particulière. Veiller à ce qu'aucune contrainte initiale ne soit appliquée à l'éprouvette. A l'exception des opérations de torsion nécessaires, veiller à ne pas déplacer ni perturber les extrémités de l'éprouvette pendant tout l'essai.

Réduire autant que possible le fléchissement de l'éprouvette (Figure 10 ou 11) ou toute déviation verticale par rapport à la ligne droite (Figure 12).

11 Method E7: Torsion

11.1 Object

This test method is intended to establish the ability of a fibre optic cable to withstand mechanical twisting. The primary purpose of this procedure is to measure any variation in the optical power transmittance of a fibre when the cable is subjected to torsional forces external to the cable jacket. A secondary purpose is to evaluate the possibility of physical damage that may occur as a result of such stresses.

11.2 Sample

The specimen shall be a sample of fibre optic cable having a total length sufficient to permit the appropriate clamping and twisting, and long enough to permit optical transmittance measurements as required by the detail specification.

11.3 Apparatus

The twisting apparatus consists essentially of two cable gripping devices or clamps, one fixed and one that can rotate, supported as appropriate, the distance between them being adjustable. The rotating clamp is connected to suitable turning equipment (e.g. a torquing lever). Any clamp supports, gripping devices or torquing equipment used shall all be such as to permit access to both ends of the cable specimen for optical testing as may be required. Suitable apparatus is illustrated in Figures 10, 11, and 12.

The cable gripping devices shall be such that

- they may be tightened around the cable sufficiently to prevent movement within the grip,
- the clamps hold the cable firmly in a straight line,
- the clamps induce neither localized twisting damage on the cable caused by the inside edge of the clamp nor undue localized concentration of pressure on the cable,
- the process of clamping does not induce any significant or accurately measurable attenuation increase (or no more than a negligible increase) in the specimen.

If required by the detail specification and/or to minimize specimen bending from a straight configuration, use weights or an appropriate loading mechanism to apply a tensile load to the cable gripping fixture (see Figures 11 and 12).

The apparatus shall include optical transmittance equipment to measure the change in optical throughput as required in the detail specification, and specified in method A (Transmitted power) of IEC 60793-1-46.

11.4 Procedure

Install the specimen in the test apparatus such that the test length L (see Figures 10, 11 and 12) is as required by the detail specification. Take care to insure that no initial stress is applied to the specimen. Except for the necessary twisting operation, take care not to move or disturb the specimen ends throughout the test.

Minimize specimen sag (Figure 10 or 11) or vertical deviation from a straight line (Figure 12) as much as possible.

Si une variation des mesures optiques est prescrite dans la spécification particulière, mesurer l'éprouvette hors contrainte. Comparer les résultats avec ceux obtenus après fixation pour s'assurer que la fixation n'a pas dégradé de manière importante les performances du câble.

Si cela n'est pas interdit par la spécification particulière, il est permis de réduire le fléchissement ou la courbure de l'éprouvette en soutenant le tronçon en essai ou en appliquant la tension à l'éprouvette de câble entre les pinces. Si nécessaire, appliquer une tension, comme prescrit dans la spécification particulière, pour maintenir l'éprouvette droite. Si une tension est prescrite par la spécification particulière mais sans indication de valeurs de charges spécifiques, appliquer la tension indiquée au Tableau 1.

Tableau 1 – Tension à appliquer

Plage de diamètre nominal de câble mm	Charge minimale N
≤ 2,5	15
2,6 à 4,0	25
4,1 à 6,0	40
6,1 à 9,0	45
9,1 à 13,0	50
13,1 à 18,0	55
18,1 à 24,0	65
24,1 à 30,0	70
≥ 30,1	75

Si une détermination des variations du facteur de transmission est prescrite par la spécification particulière, mesurer la puissance optique à la sortie de l'éprouvette après fixation et application de la charge de traction.

Tourner la pince mobile du câble comme suit:

- 180° dans le sens des aiguilles d'une montre;
- retour à la position de départ;
- 180° dans le sens contraire des aiguilles d'une montre;
- retour à la position de départ.

Ce mouvement en quatre parties constitue un cycle. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, terminer chaque cycle en 1 min maximum, pour un total de 10 cycles.

Pendant le dernier cycle (dixième cycle), déterminer le nombre de fibres qui transmettent

- avec le câble tourné à 180° dans le sens des aiguilles d'une montre,
- avec le câble tourné à 180° dans le sens contraire des aiguilles d'une montre,
- sans rotation, à l'issue du dernier cycle.

Effectuer les mesures des paramètres des critères d'acceptation. Laisser le spécimen au repos pendant au moins 5 min. Si nécessaire, il est permis d'enlever l'échantillon de l'appareillage pour examen visuel en utilisant une vision corrigée normale.

If change of optical measurement is required by the detail specification, measure the unstressed specimen. Compare results with those after clamping to ensure that the clamping has not significantly degraded the cable performance.

If not prohibited by the detail specification, specimen sag or bend may be minimized by supporting the test length or by applying tension to the specimen cable between clamps. If required, apply tension as specified in the detail specification to keep the specimen straight. If tension is required by the detail specification, but specific tension loads are not stated, apply tension as shown in Table 1.

Table 1 – Tension to be applied

Nominal cable diameter range mm	Minimum load N
$\leq 2,5$	15
2,6 to 4,0	25
4,1 to 6,0	40
6,1 to 9,0	45
9,1 to 13,0	50
13,1 to 18,0	55
18,1 to 24,0	65
24,1 to 30,0	70
$\geq 30,1$	75

If a determination of optical transmittance changes is required by the detail specification, measure optical output power for the specimen after clamping and application of tensile load.

Rotate the movable cable clamp as follows:

- 180° clockwise;
- return to the starting position;
- 180° counter-clockwise;
- return to the starting position.

This total four-part movement constitutes one cycle. Unless otherwise specified in the detail specification, complete each cycle within 1 min maximum, for a total of 10 cycles.

During the final tenth cycle, determine the number of transmitting fibres with the cable

- with the cable rotated 180° clockwise;
- with the cable rotated 180° counter-clockwise;
- with no rotation, after completion of the final cycle.

Carry out the acceptance criteria parameters measurements. Allow the specimen to rest for a minimum period of 5 min. If necessary, the sample may be removed from the apparatus for visual examination using normal corrected vision.

11.5 Prescriptions

Les critères d'acceptation pour l'échantillon soumis aux essais doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, l'augmentation de l'affaiblissement de la fibre et des dommages physiques affectant la gaine du câble ou les composants de l'âme.

11.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) longueur en essai L ;
- b) toute tension à appliquer;
- c) nombre de fibres à contrôler pour le facteur de transmission optique;
- d) variation maximale admissible du facteur de transmission.

11.5 Requirements

The acceptance criteria for the sample under test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, increase in fibre loss and damage to the cable jacket or core components.

11.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) test length L ;
- b) any tension which is to be applied;
- c) number of fibres to be monitored for optical transmittance;
- d) maximum allowable change in optical transmittance.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

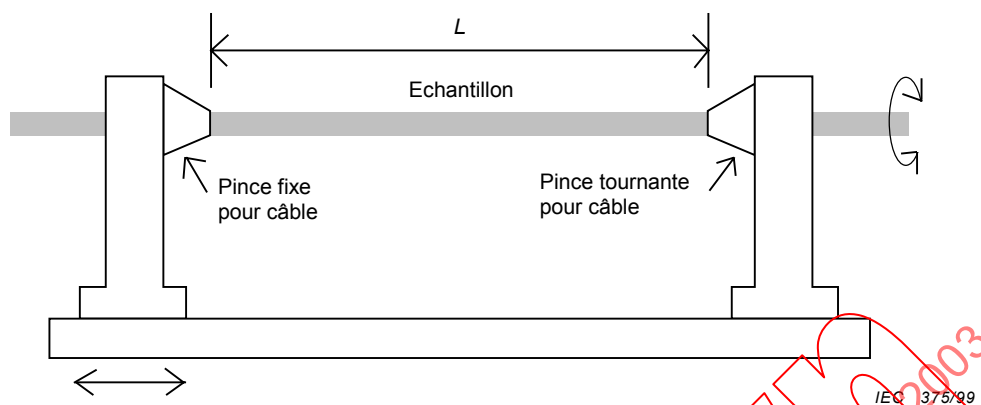


Figure 10 – Appareillage de torsion de câble

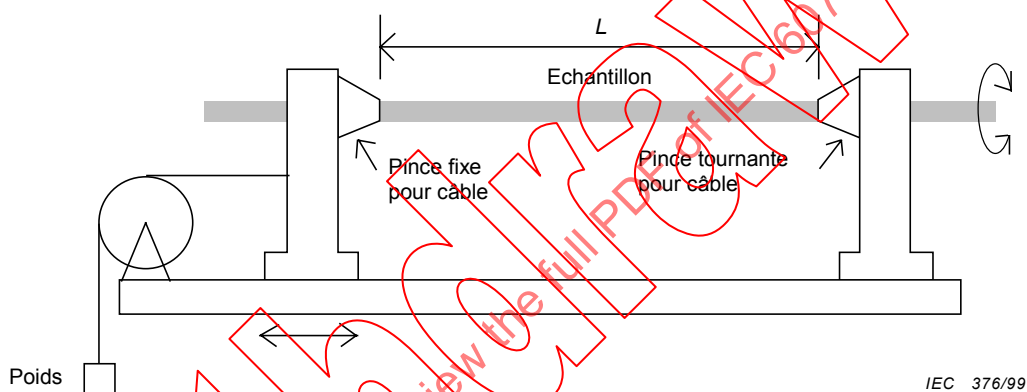


Figure 11 – Appareillage de torsion de câble avec application de tension

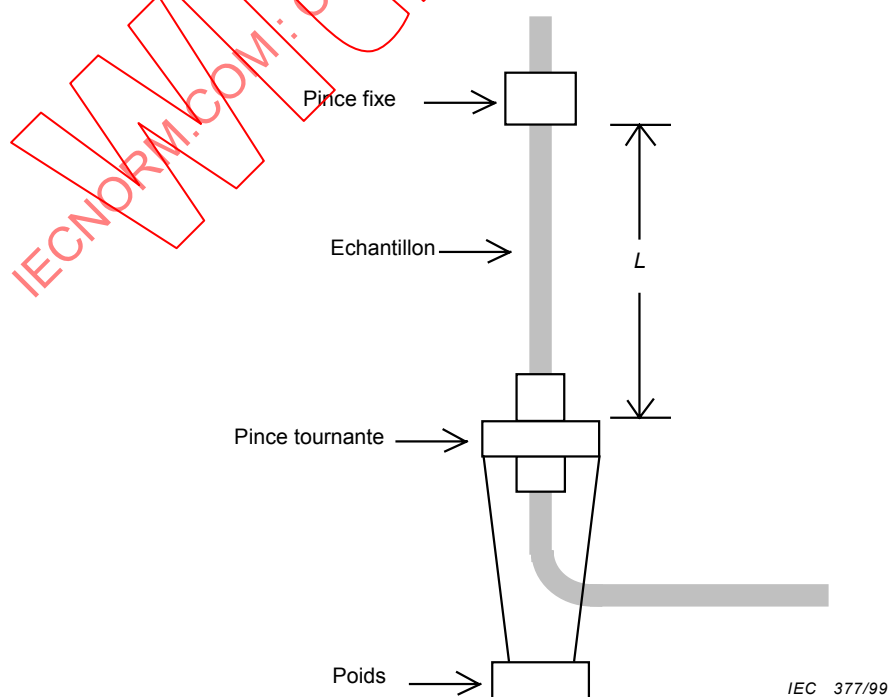


Figure 12 – Autre appareillage de torsion de câble avec application de tension

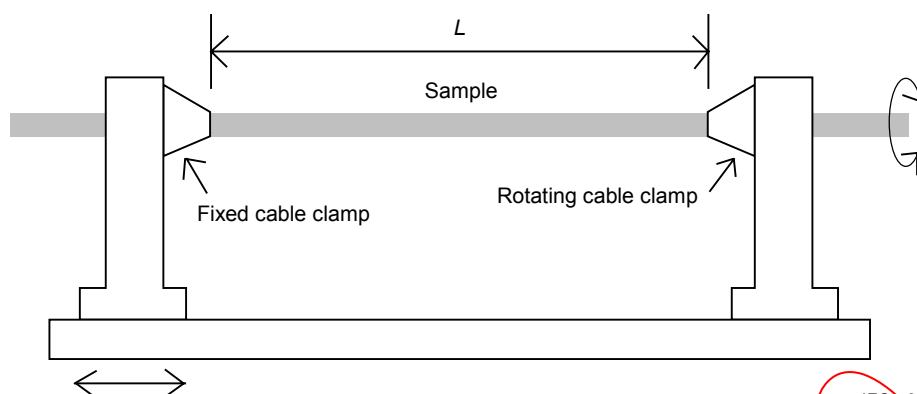


Figure 10 – Cable torsion apparatus

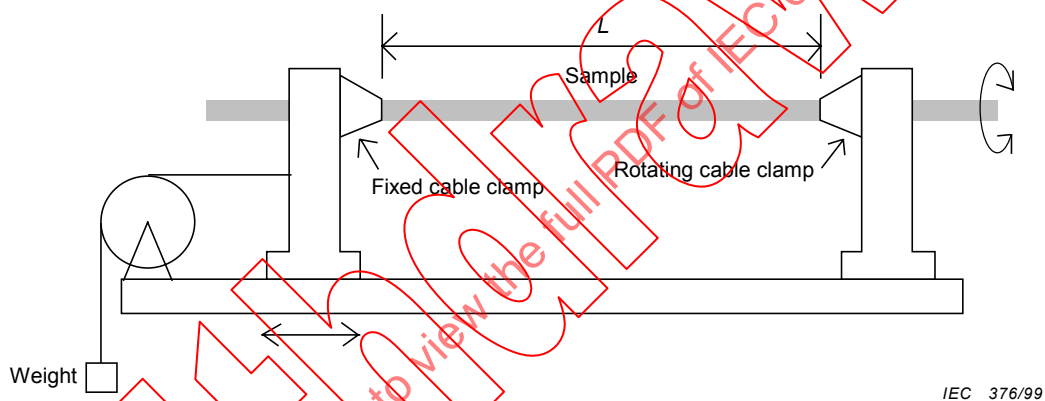


Figure 11 – Cable torsion apparatus with tension applied

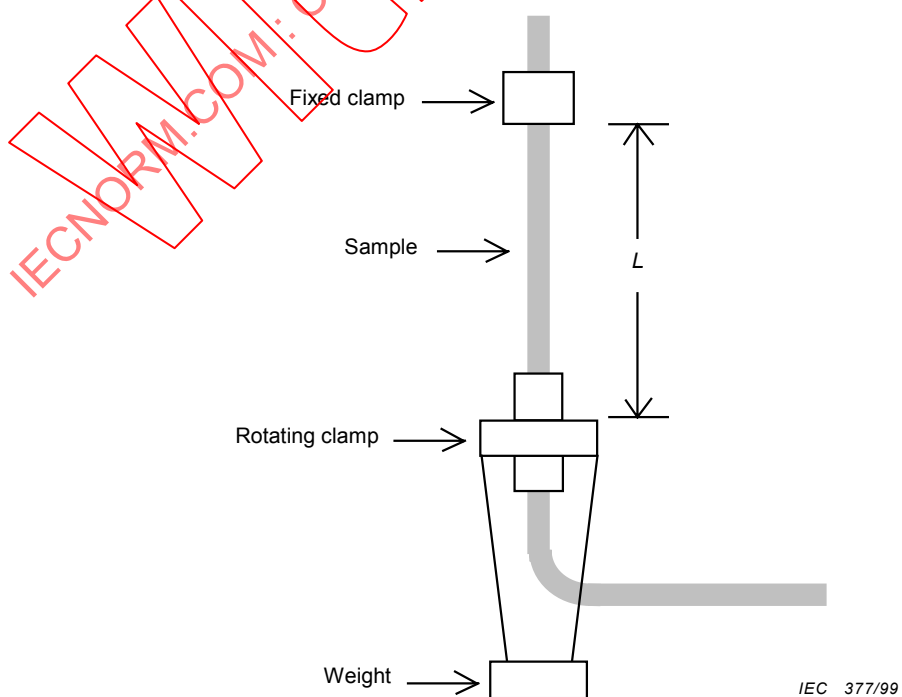


Figure 12 – Alternative cable torsion apparatus with tension applied

12 Méthode E8: Flexions

12.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques à résister aux flexions répétées en service, par exemple pour un câble d'ascenseur.

12.2 Echantillon

L'échantillon doit être terminé à chaque extrémité par un connecteur ou d'une manière telle que les fibres, les gaines et tout élément de traction soient solidaires de façon représentative. La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

12.3 Appareillage

L'essai est effectué en utilisant l'appareillage représenté à la Figure 13.

Les poulies doivent comporter une gorge de forme semi-circulaire pour les câbles ronds et une gorge plate pour les câbles méplats. Les colliers de butée D doivent être fixés de façon telle que la traction soit toujours exercée par celui des deux poids dont le chariot s'éloigne. Il est permis d'utiliser d'autres appareillages équivalents par exemple ceux représentés dans la CEI 60227-2.

12.4 Procédure

Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être en conformité avec les conditions atmosphériques standard.

L'échantillon doit passer sur les poulies, chaque extrémité étant chargée d'un poids. La masse de ces poids et les diamètres des poulies A et B doivent être comme prescrit dans la spécification particulière.

L'échantillon doit être soumis au nombre de flexions prescrit dans la spécification particulière. Un cycle est défini comme étant le mouvement du chariot de sa position de départ jusqu'à une extrémité du parcours, suivi d'un mouvement dans la direction opposée jusqu'à l'autre extrémité et ensuite retour à la position de départ.

12.5 Prescriptions

Les critères d'acceptation pour l'essai doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou des dommages physiques affectant le câble.

12.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) diamètre des poulies A et B;
- b) masse des poids;
- c) nombre de cycles.

12 Method E8: Flexing

12.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand repeated flexing in service, e.g. elevator cable.

12.2 Sample

The sample shall be terminated at each end in a connector, or in a manner such that the fibres, sheaths and any strain members are clamped together in a representative manner. It shall be of a length sufficient to carry out the specified test.

12.3 Apparatus

The test is carried out using the apparatus shown in Figure 13.

The pulleys shall have a semicircular shaped groove for circular cables and a flat groove for flat cables. The restraining clamps D shall be fixed so that the pull is always applied by the weight from which the carriage is moving away. An equivalent apparatus may be used, for example that shown in IEC 60227-2.

12.4 Procedure

Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions.

The sample shall be stretched over the pulleys, each end being loaded with a weight. The mass of these weights and the diameters of pulleys A and B shall be as specified in the detail specification.

The sample shall be flexed for the number of cycles specified in the detail specification. A cycle is defined as the movement of the carriage away from its starting position to one end of the traverse, followed by movement in the opposite direction to the other end and then back to the starting position.

12.5 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.

12.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) diameters of pulleys A and B;
- b) mass of weights;
- c) number of cycles.

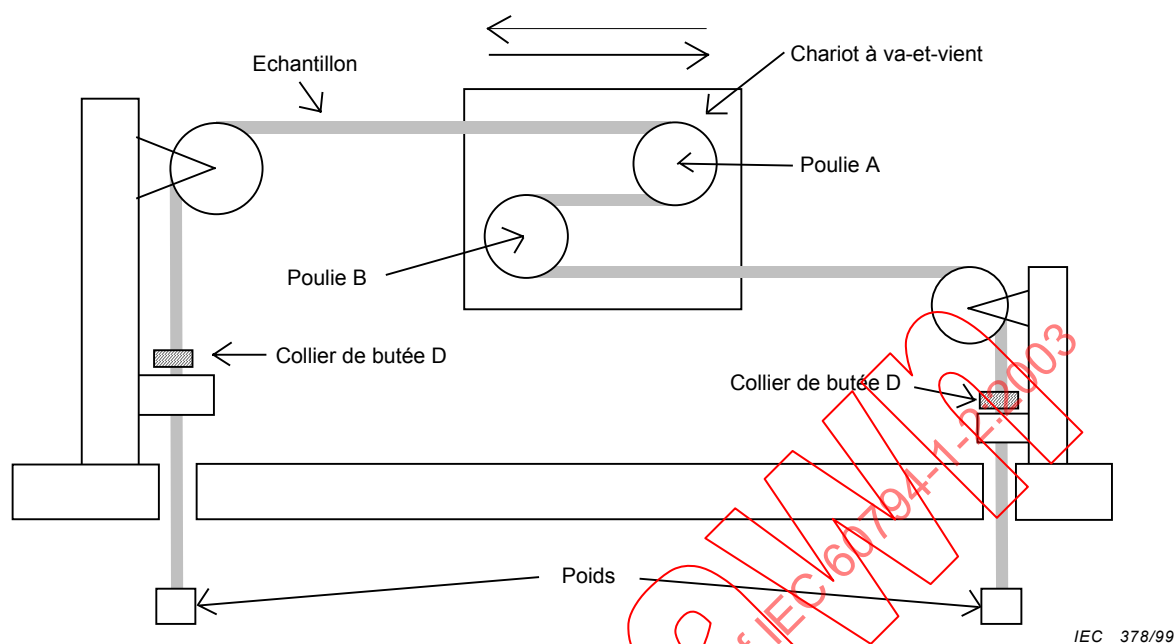


Figure 13 – Appareillage pour l'essai de flexions

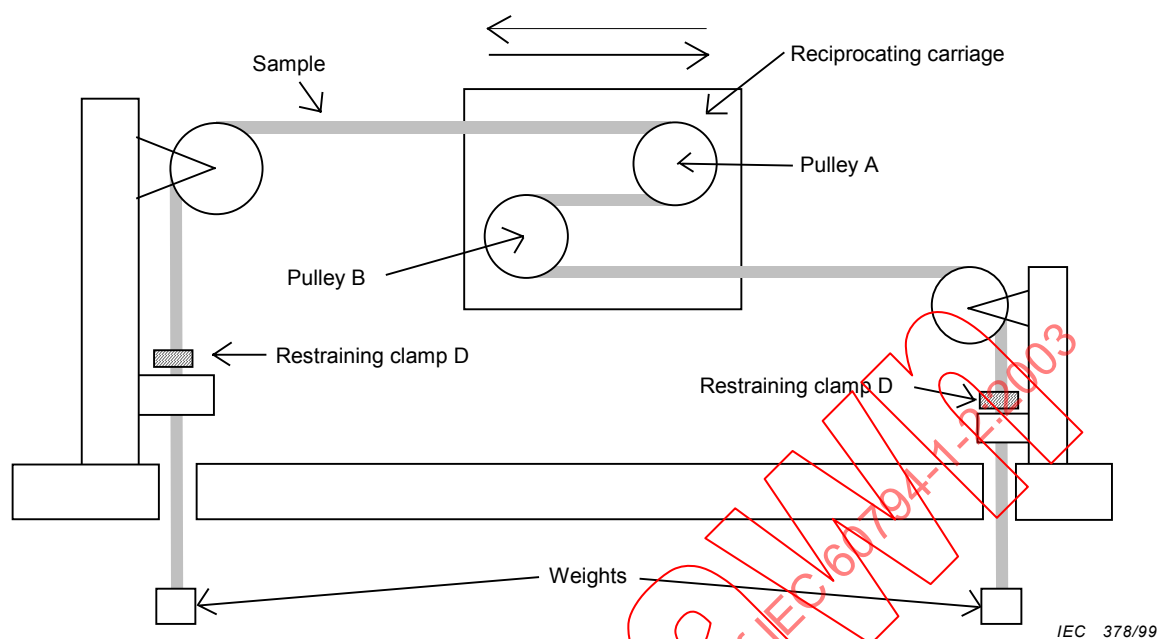


Figure 13 – Flexing apparatus

13 Méthode E10: Pliure

13.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer le diamètre minimal de la boucle lorsqu'on commence à plier un câble à fibres optiques.

13.2 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

13.3 Appareillage

Aucun appareillage particulier n'est prescrit.

13.4 Procédure

Une boucle doit être formée (voir (1) de la Figure 14). Le diamètre de la boucle doit être réduit au début de la pliure en tirant lentement sur les deux extrémités (voir (2) de la Figure 14). Les forces appliquées au bas de la boucle doivent être dans le même plan.

Sauf spécification contraire, les conditions d'essai doivent être en conformité avec les conditions atmosphériques standard.

13.5 Prescriptions

Aucune pliure, telle que celle représentée en (3) de la Figure 14, ne doit se produire.

13.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) diamètre minimal de la boucle auquel aucune pliure ne doit se produire;
- b) température.

13 Method E10: Kink

13.1 Object

The purpose of this test is to determine the minimum loop diameter at the onset of the kinking of an optical fibre cable.

13.2 Sample

The sample length shall be sufficient to carry out the specified test.

13.3 Apparatus

No particular apparatus is required.

13.4 Procedure

A loop shall be made (see (1) in Figure 14). The diameter of the loop shall be reduced to the onset of kinking by pulling slowly on the two ends (see (2) in Figure 14). The forces at the bottom of the loop shall be applied in one plane.

Unless otherwise specified, the conditions for testing shall be in accordance with standard atmospheric conditions.

13.5 Requirements

No kink, as shown in (3), in Figure 14, shall occur.

13.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) minimum loop diameter at which no kink shall occur;
- b) temperature.

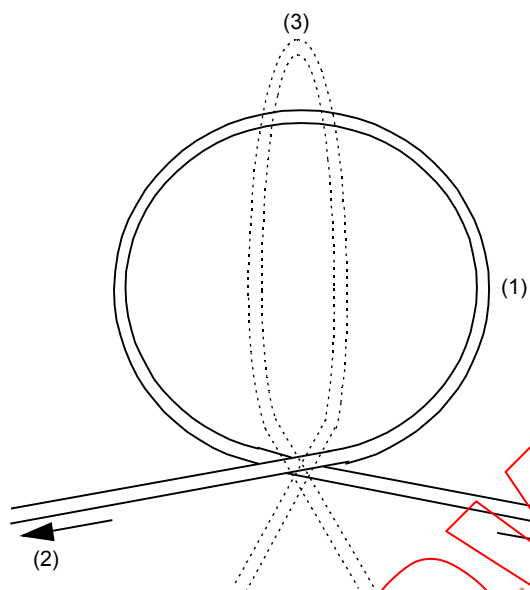


Figure 14 – Essai de plure

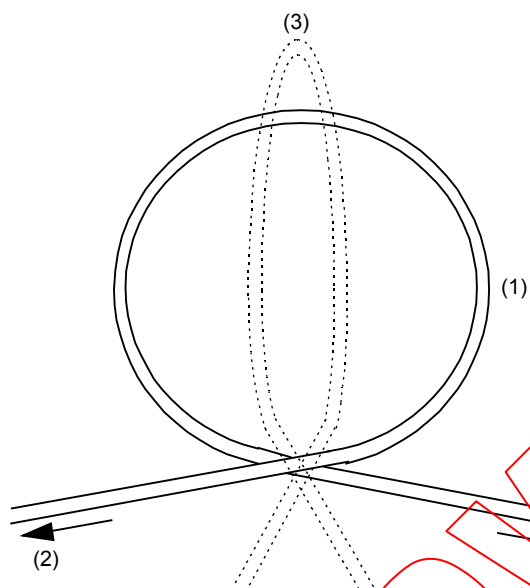


Figure 14 – Kink test

14 Méthode E11: Pliage

14.1 Objet

L'objet de cet essai est de déterminer l'aptitude d'un câble à fibres optiques ou d'un élément de câble à résister au pliage autour d'un mandrin d'essai.

14.2 Echantillon

L'échantillon doit être terminé à chaque extrémité d'une manière telle que les fibres, la ou les gaines et tout élément de traction soient solidaires de façon représentative.

14.3 Appareillage

Un appareil à mandrin unique doit permettre d'enrouler tangentiellement l'échantillon en spires jointives autour du mandrin d'essai.

14.4 Procédure

Suivant l'indication de la spécification particulière, l'une des deux procédures suivantes doit être utilisée.

14.4.1 Procédure 1 – Méthode d'essai E11A

L'échantillon doit être enroulé en spires jointives autour du mandrin à une vitesse uniforme. Une tension suffisante doit être appliquée pour s'assurer que l'échantillon épouse la forme du mandrin. L'échantillon doit ensuite être déroulé.

Un cycle comprend un enroulement et un déroulement.

Le diamètre du mandrin d'essai, le nombre de tours par spire et le nombre de cycles doivent figurer dans la spécification particulière.

14.4.2 Procédure 2 – Méthode d'essai E11B

L'échantillon doit être cintré autour d'un mandrin sur 180° et maintenu tendu pendant l'opération. Un cycle comprend un pliage en U suivi d'un pliage en U inverse, puis d'un retour à la position droite. Le diamètre du mandrin d'essai et le nombre de cycles doivent figurer dans la spécification particulière.

14.5 Prescriptions

Les critères d'acceptation pour l'essai doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique ou des dommages physiques affectant le câble.

14.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) procédure à utiliser (procédure 1 ou procédure 2);
- b) diamètre du mandrin d'essai (ou rapport du diamètre du mandrin sur le diamètre du câble);
- c) nombre de cycles;
- d) nombre de tours (pour la procédure 1);
- e) augmentation maximale admissible de l'affaiblissement:
 - pendant l'essai (s'il y a lieu),
 - après l'essai (s'il y a lieu).
- f) température d'essai.

14 Method E11: Bend

14.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable or cable element to withstand bending around a test mandrel.

14.2 Sample

The sample shall be terminated at each end in a manner such that the fibres, sheath(s) and any strain members are clamped together in a representative manner.

14.3 Apparatus

A single mandrel apparatus shall enable the sample to be wrapped tangentially in a close helix around a test mandrel.

14.4 Procedure

As indicated in the detail specification, one of the following two procedures shall be used.

14.4.1 Procedure 1 – Test method E11A

The sample shall be wrapped in a close helix around the mandrel at a uniform rate. Sufficient tension shall be applied to ensure that the sample contours the mandrel. The sample shall then be unwrapped.

A cycle consists of one wrapping and one unwrapping.

The diameter of the test mandrel, the number of turns per helix and the number of cycles shall be shown in the detail specification.

14.4.2 Procedure 2 – Test method E11B

The sample shall be bent around a mandrel through 180° and kept taut during the bending. A cycle consists of one U bend followed by a reverse U bend, and a return to the straight position. The diameter of the test mandrel and the number of cycles shall be stated in the detail specification.

14.5 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.

14.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) procedure to be used (procedure 1 or procedure 2);
- b) test mandrel diameter (or ratio of mandrel diameter to cable diameter);
- c) number of cycles;
- d) number of turns (for procedure 1);
- e) maximum allowable attenuation increase:
 - during the test (if applicable),
 - after the test (if applicable);
- f) test temperature.

15 Méthode E12: Résistance à la coupure

15.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer la résistance à la coupure de la gaine d'un câble à fibres optiques (par exemple câble d'aéronef).

15.2 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

15.3 Appareillage

L'appareillage d'essai est conçu pour appliquer une force de coupe spécifiée à une vitesse spécifiée.

Un exemple d'appareillage approprié est représenté à la Figure 15.

Le rayon de l'aiguille est spécifié dans la spécification particulière.

15.4 Procédure

La force est appliquée de manière progressive à une vitesse de $50 \text{ N/min} \pm 10 \text{ N/min}$, sauf spécification contraire, jusqu'au niveau donné dans la spécification particulière. La force est maintenue pendant le temps spécifié dans la spécification particulière.

L'échantillon est examiné visuellement après l'essai pour déceler tout dommage, avec un grandissement de $5 \times$ à $10 \times$.

15.5 Prescriptions

On ne doit observer aucune perforation de la gaine et la continuité optique (voir méthode A de la CEI 60793-1-46) doit être maintenue.

15.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) rayon de l'aiguille;
- b) température d'essai;
- c) force appliquée;
- d) vitesse à laquelle la force est appliquée;
- e) durée d'application de la force.

15 Method E12: Cut-through resistance

15.1 Object

The purpose of this test is to determine the cut-through resistance of the sheath of an optical fibre cable (e.g. aircraft cable).

15.2 Sample

The sample shall be of a length sufficient to carry out the specified test.

15.3 Apparatus

The test apparatus is designed to apply a specified cutting force at a specified rate.

A typical example of a suitable apparatus is shown in Figure 15.

The radius of the needle is specified in the detail specification.

15.4 Procedure

The force is gradually applied at the rate of $50 \text{ N/min} \pm 10 \text{ N/min}$ unless otherwise specified, up to the level given in the detail specification. The force is maintained during the time specified in the detail specification.

The sample is inspected visually after the test for any damage, at $5 \times$ to $10 \times$ magnification.

15.5 Requirements

No perforation of the sheath shall be observed and optical continuity (see method A in IEC 60793-1-46) shall be maintained.

15.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) radius of the needle;
- b) test temperature;
- c) applied force;
- d) rate at which the force is applied;
- e) duration of application of the force.

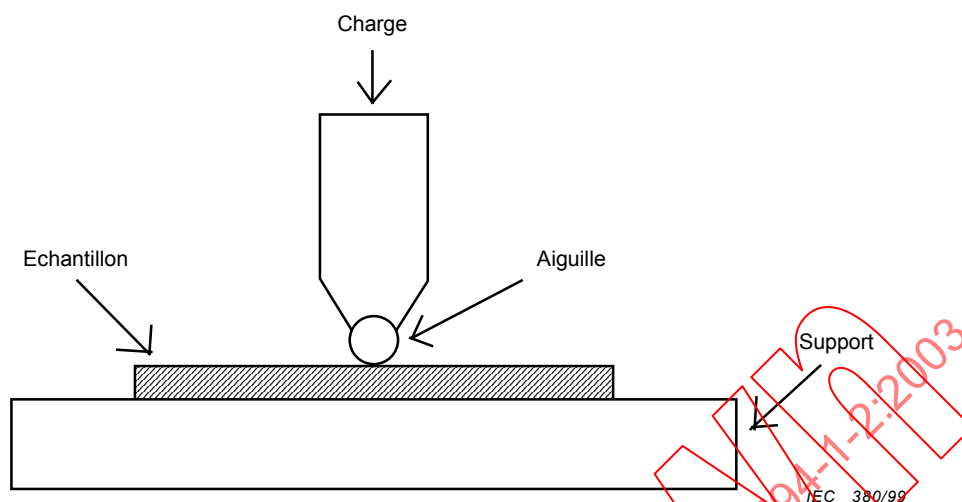


Figure 15 – Exemple d'appareillage pour essai de coupure

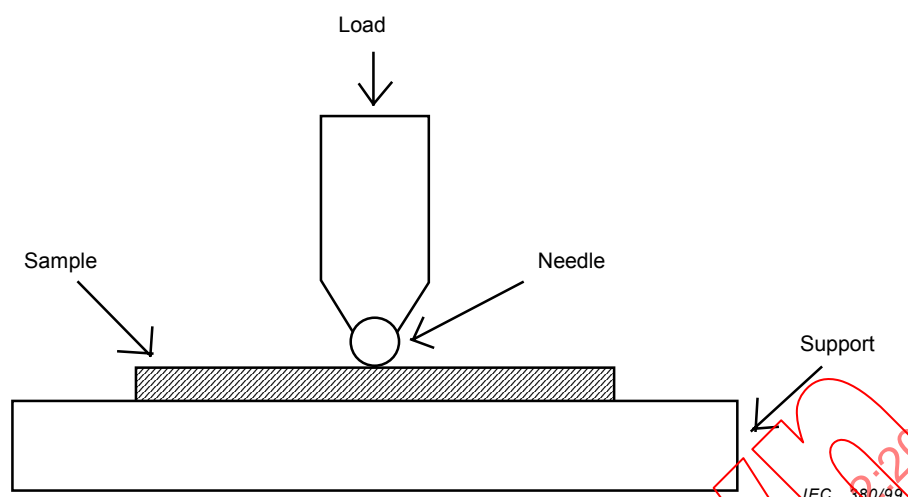


Figure 15 – Example of cut-through apparatus

16 Méthode E13: Dommages causés par les coups de fusil

16.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer la capacité des câbles optiques aériens à supporter les dommages causés par un coup de fusil de chasse.

16.2 Généralités

Deux méthodes d'essai sont décrites. Ces méthodes sont:

- a) la méthode E13A, dans laquelle un coup de fusil est tiré sur un échantillon de câble monté dans un cadre;
- b) la méthode E13B, qui simule l'impact à partir d'un grain de plomb. Un seul plomb est percuté sur un échantillon de câble avec une force équivalente à celle d'un plomb tiré d'un fusil à une distance donnée pouvant aller jusqu'à 40 m.

16.3 Méthode E13A

16.3.1 Echantillon

Une longueur de câble optique (typiquement de 3 m) est utilisée.

16.3.2 Appareillage

L'appareillage comprend ce qui suit.

- a) Un fusil de chasse, comme spécifié dans la spécification particulière.
NOTE 1 Le type de fusil variera vraisemblablement d'un pays à un autre.
- b) Un cadre pour maintenir l'échantillon de câble. Il est important que l'échantillon puisse bouger librement et il convient que le montage d'essai prenne aussi en compte le fait que le coup de fusil puisse, en fonction de l'arme utilisée, donner un tir dispersé de manière elliptique.
- c) Des plombs:
 - 1) numéros 4 ou 7, ou selon ce qui est spécifié dans la spécification particulière;
NOTE 2 Le numéro du plomb variera vraisemblablement d'un pays à un autre et il convient qu'il matérialise le risque particulier auquel l'installation est exposée. Il est recommandé d'enregistrer le diamètre du plomb.
 - 2) le type de plomb doit être spécifié dans la spécification particulière;
NOTE 3 D'ordinaire, selon les pays, on utilise du plomb ou des matériaux composites. Les projectiles en plomb se déforment à l'impact et causent moins de dommages que les projectiles en acier. Il est recommandé d'enregistrer le type de plomb.
 - 3) le type de cartouche doit être spécifié dans la spécification particulière.

16.3.3 Procédure

L'échantillon de câble doit être monté sur un cadre et être percuté à la distance spécifiée dans la spécification particulière. La distance typique est de 20 m.

16 Method E13: Shotgun damage

16.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of aerial optical cables to withstand shot-gun damage.

16.2 General

Two test methods are described. These are:

- a) method E13A, in which a shotgun is fired at a cable sample mounted on a frame;
- b) method E13B, which simulates the impact from a shotgun pellet: a single pellet is impacted into a cable sample with the energy equivalent to that of a pellet fired from a shotgun at a given range, up to 40 m.

16.3 Method E13A

16.3.1 Sample

A length of optical cable (typically 3 m long) is used.

16.3.2 Apparatus

The apparatus consists of the following.

- a) A shotgun, as specified in the detail specification.
NOTE 1 The type of gun is likely to vary from country to country.
- b) A frame for holding the cable sample. It is important that the sample be free to move and the test set-up should also take into account that the shot may scatter in an elliptical manner depending on the gun used.
- c) Gunshot:
 - 1) size 4 or 7, or as specified in the detail specification;
NOTE 2 The shot size is likely to vary from country to country and should represent the hazard particular to the installation. It is recommended that the shot diameter be recorded.
 - 2) the shot type shall be specified in the detail specification;
NOTE 3 Typically lead steel or composite materials are used, depending on the country. Lead shot deforms on impact and is less damaging than steel shot. It is recommended that the shot material be recorded.
 - 3) the cartridge type shall be specified in the detail specification.

16.3.3 Procedure

The cable sample shall be mounted on the frame and shot at from the distance specified in the detail specification. A typical distance is 20 m.

16.3.4 Prescriptions

La continuité optique des fibres de l'échantillon de câble doit être conservée à l'issue de l'essai.

Le rapport d'essai doit fournir les informations suivantes:

- a) les détails de la configuration d'essai, y compris l'orientation du câble;
- b) les observations des dommages infligés, dont la continuité de la fibre;
- c) le nombre d'essais réalisés pour obtenir les impacts visibles minimaux;
- d) le diamètre des projectiles;
- e) le matériau des projectiles.

16.3.5 Détails à spécifier

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- a) type de fusil;
- b) numéro des projectiles et diamètre;
- c) type de projectiles;
- d) type de cartouche;
- e) distance entre le fusil et l'échantillon;
- f) critères d'acceptation.

16.4 Méthode E13B

16.4.1 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour réaliser les essais spécifiés. Une petite longueur est appropriée lorsqu'il s'agit d'évaluer seulement les dommages physiques, mais des longueurs plus importantes seront nécessaires pour permettre les mesures optiques.

16.4.2 Appareillage

Un appareillage adéquat est indiqué à la Figure 16. Cet appareillage comprend ce qui suit.

- a) Une masse tombante.

Un schéma de la masse tombante, y compris le corps de la masse tombante et un support de projectile, est donné à la Figure 17.

La masse utilisée doit être suffisante pour simuler, lorsqu'elle est lâchée de la hauteur appropriée, la force d'un coup tiré depuis une distance donnée. A titre d'information, un guide pour le calcul des poids et hauteurs adaptés à un numéro donné de projectile est donné en 16.4.6.

Il convient de choisir le support de projectile de telle manière que son diamètre «B» ne soit pas supérieur au diamètre total du grain de plomb et qu'il soit normalement inférieur de 0,2 mm. Il convient que la face du support soit profilée pour offrir une arrivée à plat, comme représenté par «A», de manière à réduire le risque de cisaillement du plomb et de détérioration du support.

Pour les petits câbles (normalement <10 mm), il est admis d'utiliser une autre masse tombante et un autre support de projectile pour obtenir une précision d'essai améliorée (voir la Figure 18), pour empêcher toute rotation de l'échantillon et/ou toute déviation du projectile au cours de l'essai.

16.3.4 Requirements

The fibres within the cable sample shall be optically continuous after the test.

The test report shall include the following information:

- a) details of test configuration, including cable orientation;
- b) report of damage inflicted, including fibre continuity;
- c) number of tests carried out to achieve minimum visible impacts;
- d) shot diameter;
- e) shot material.

16.3.5 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- a) gun type;
- b) shot size and diameter;
- c) shot type;
- d) cartridge type;
- e) distance between gun and sample;
- f) acceptance criteria.

16.4 Method E13B

16.4.1 Sample

The sample length shall be sufficient to carry out the testing specified. A short length is adequate when only physical damage is to be evaluated, but longer lengths will be necessary to permit optical measurements.

16.4.2 Apparatus

A suitable apparatus is given in Figure 16. The apparatus comprises the following.

- a) A drop weight.

A schematic of the drop weight, which incorporates the drop-weight body and a shot support pin is given in Figure 17.

The weight used shall be sufficient to simulate the energy of a shot fired from a given range, when dropped from the relevant height. For information purposes, guidance on the calculation of suitable weights and drop heights for a given shot size is given in 16.4.6.

The shot support pin should be chosen such that its diameter "B" is not greater than the overall diameter of the shotgun pellet and is typically 0,2 mm smaller. The pin face should be profiled to give a flat landing, shown by "A", in order to reduce the risk of pellet shearing and pin damage.

For small cables (typically <10 mm), an alternative drop weight and shot support pin may be used for improved test accuracy (see Figure 18), in order to prevent sample rotation and/or shot deflection during the test.

- b) Un tube de guidage de la masse tombante pour guider la masse vers l'échantillon d'essai, y compris des chevilles de déblocage pour arrêter la masse tombante à la hauteur de chute prescrite. On utilise normalement une section carrée de 25,4 mm pour réduire la friction entre la surface interne du tube de guidage et la surface externe du corps de masse tombante cylindrique.
- c) Un bloc de positionnement.
- d) Des projectiles numéro 4 ou 7, ou comme spécifié dans la spécification particulière.
- e) Un adhésif plastique.
- f) Un équipement d'essai optique, si prescrit, pour mesurer les performances optiques.

16.4.3 Procédure

L'échantillon de câble doit être placé sur le bloc de positionnement, directement au-dessus du trou de la zone de la cible. Il est admis d'utiliser des plots, fixés au bloc de positionnement, pour maintenir l'échantillon en place. Si on enregistre une transmission optique, l'échantillon doit être placé de manière à ce que le plomb ait un impact sur au moins une fibre entraînée d'être mesurée. Le grain de plomb est monté sur le support de la masse tombante avec un matériau approprié, par exemple un adhésif plastique réutilisable. Il est recommandé d'en utiliser une faible quantité de manière à ce que l'impact ne soit pas absorbé par l'adhésif. La masse est ensuite fixée à la hauteur appropriée dans le tube de guidage avec les chevilles de déblocage. Les chevilles de déblocage sont ensuite retirées, permettant à la masse tombante d'exercer un impact sur l'échantillon de câble.

Sauf spécification contraire, l'essai est réalisé une seule fois sur le même emplacement d'échantillon.

16.4.4 Prescriptions

Les critères d'acceptation pour l'essai doivent être indiqués dans la spécification particulière. Parmi les modes de défaillance types, on peut citer les dommages aux éléments du cœur du câble (par exemple perçage des tubes présentant du jeu) et la perte de continuité.

16.4.5 Détails à spécifier

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- a) numéro du projectile;
- b) type du projectile;
- c) masse tombante;
- d) hauteur de la chute;
- e) nombre d'impacts à des emplacements séparés;
- f) critères d'acceptation;
- g) température d'essai.

16.4.6 Calcul de la masse tombante et de la hauteur

Soit un plomb d'une masse « m » se déplaçant à une vitesse « v ». Il aura une énergie cinétique de « E_k » donnée par l'équation (1).

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

où

E_k est l'énergie cinétique, en joules (J);

m est la masse du plomb, en kilogrammes (kg);

v est la vitesse du plomb, en mètres par seconde (ms^{-1}).

- b) A drop-weight guiding tube, to guide the weight towards the test sample, incorporating release pins to secure the drop weight at the required drop height. Typically, a 25,4 mm square section is used to minimize friction between the inner surface of the guide tube and the outer surface of the cylindrical drop-weight body.
- c) A location block.
- d) Gunshot, size 4 or 7, or as specified in the detail specification.
- e) Plastic adhesive.
- f) Optical test equipment, if required, to measure the optical performance.

16.4.3 Procedure

The cable sample shall be placed on the location block, directly over the target zone hole. Clamps, fitted to the location block, may be used to secure the sample in place. If optical transmission is being recorded, the sample shall be placed so that the pellet will impact above at least one fibre that is being measured. The pellet is fitted to the pin of the drop weight using a suitable material, such as a reusable plastic adhesive. A small amount should be used such that the impact is not absorbed by the adhesive. The weight is then fixed at the appropriate height in the guide tube with the release pins. The release pins are then removed, allowing the drop weight to impact on the cable sample.

Unless otherwise specified, the test is only carried out once at the same sample location.

16.4.4 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be stated in the detail specification. Typical failure modes include damage to the cable core elements (for example, piercing of loose tubes) and loss of continuity.

16.4.5 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- a) shot size;
- b) shot type;
- c) drop weight;
- d) drop height;
- e) number of impacts at separate locations;
- f) acceptance criteria;
- g) test temperature.

16.4.6 Calculation of drop weight and height

Consider a shotgun pellet of mass “ m ” moving with a velocity “ v ”. It will have a kinetic energy of “ E_k ” given by equation (1).

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

where

E_k = kinetic energy, in joules (J);

m = pellet mass, in kilograms (kg);

v = pellet velocity in metres per second (ms^{-1}).

Cela peut être mis en équation pour une énergie potentielle de masse tombante (voir équation (2)).

$$E_k = E_p = M g h \quad (2)$$

où

E_p est l'énergie potentielle, en joules (J);

M est la masse tombante, en kilogrammes (kg);

g est l'accélération de la masse tombante, en mètres par seconde (ms^{-2});

h est la hauteur de chute, en mètres (m).

Il est alors possible de modifier l'équation pour définir la masse de la masse tombante en termes de hauteur de chute:

$$M = \frac{E_k}{g h} \quad (3)$$

où

E_k est l'énergie cinétique, en joules (J);

g est l'accélération de la masse tombante, en mètres par seconde (ms^{-2});

h est la hauteur de chute, en mètres (m).

En utilisant des données de cartouche représentatives, on peut définir un essai approprié. Par exemple, un grain de plomb d'une masse moyenne de 0,0833 g, tiré depuis une zone située dans les 25 m, a normalement une vitesse d'impact de 234 ms^{-1} . Ainsi, en utilisant l'équation (1):

$$E_k = \frac{1}{2} 0,0000833 \times 234^2$$

$$E_k = 2,2815 \text{ (J)}$$

En prenant une hauteur de chute opportune de 1 m, et en utilisant l'équation (2):

$$M = \frac{2,2815}{9,81 \times 1}$$

$$M = 233 \text{ (g)}$$

Comme il est préférable d'utiliser la même masse, le calcul peut être réalisé pour d'autres plages en utilisant la hauteur de chute comme variable.

Si cela est prescrit, pour les besoins de l'étalonnage, on peut utiliser une plaque de matériau de gainage pour comparer la méthode de simulation avec les expériences de terrain réelles, par exemple une plaque de 2 mm de polyéthylène de haute densité percutée à 40 m.

This can be equated to a drop weight's potential energy (see equation (2)).

$$E_k = E_p = M g h \quad (2)$$

where

E_p is the potential energy, in joules (J);

M is the drop-weight mass, in kilograms (kg);

g is the drop-weight acceleration, in metres per second (ms^{-2});

h is the distance dropped, in metres (m).

Re-arranging the equation is then possible to define the drop weight's mass in terms of drop height:

$$M = \frac{E_k}{g h} \quad (3)$$

where

E_k is the kinetic energy, in joules (J);

g is the drop-weight acceleration, in metres per second (ms^{-2});

h is the distance dropped, in metres (m).

Using representative cartridge data, an appropriate test may be defined. For example, a lead pellet with average mass of 0,0833 g, fired from a range of 25 m, typically has an impact velocity of 234 ms^{-1} . Hence using equation (1):

$$E_k = \frac{1}{2} 0,000833 \times 234^2$$

$$E_k = 2,2815 \text{ (J)}$$

Assuming a convenient drop height of 1 m, and using equation (2):

$$M = \frac{2,2815}{9,81 \times 1}$$

$$M = 233 \text{ (g)}$$

As it is preferable to use the same weight, the calculation may be completed for alternative ranges using the drop height as the variable.

If required, for calibration purposes, a plaque of sheathing material can be used to compare the simulation method with actual field trials, for example, a 2 mm plaque of high-density polyethylene shot at from 40 m.

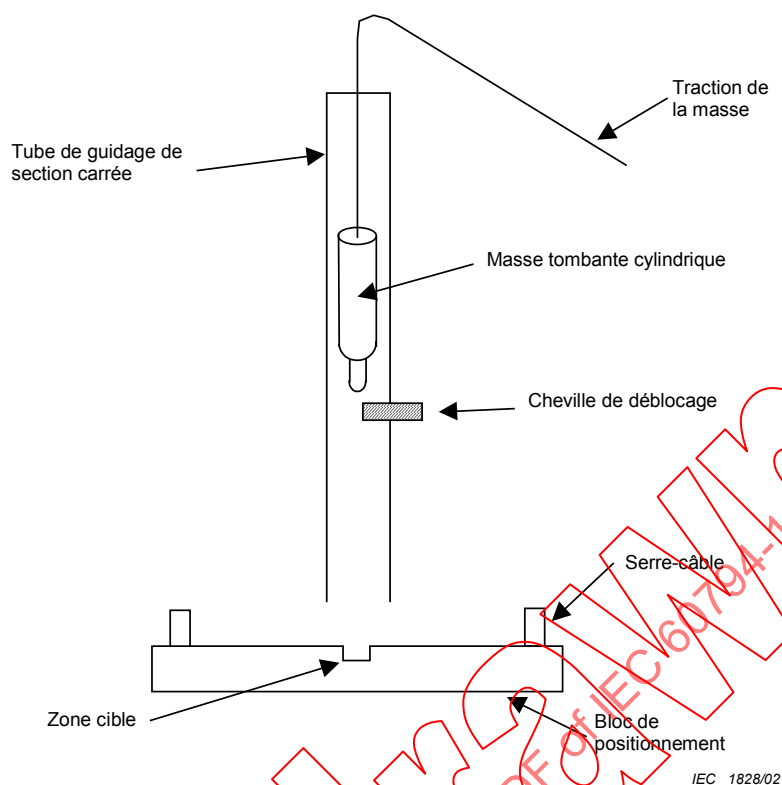


Figure 16 – Montage d'essai de la méthode E13B

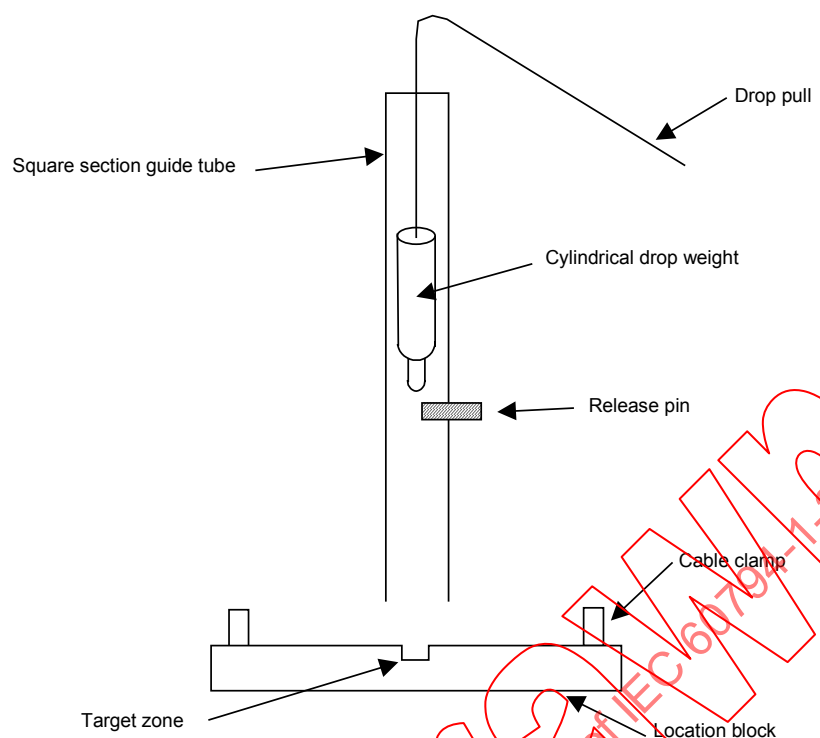


Figure 16 - Method E13B test set-up

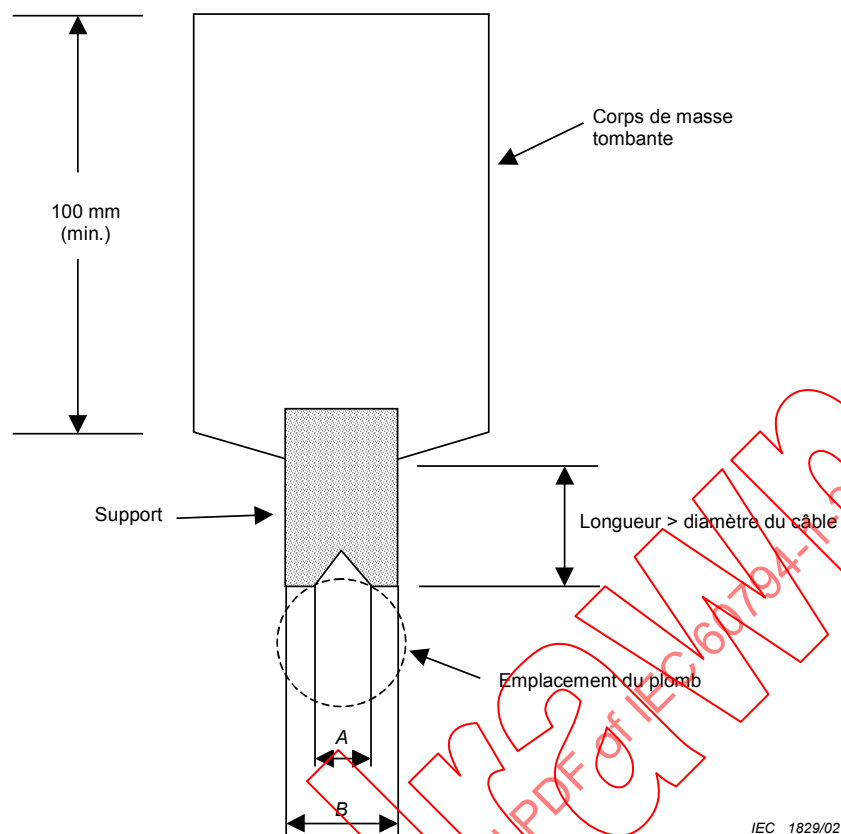


Figure 17– Masse tombante avec le support de projectile

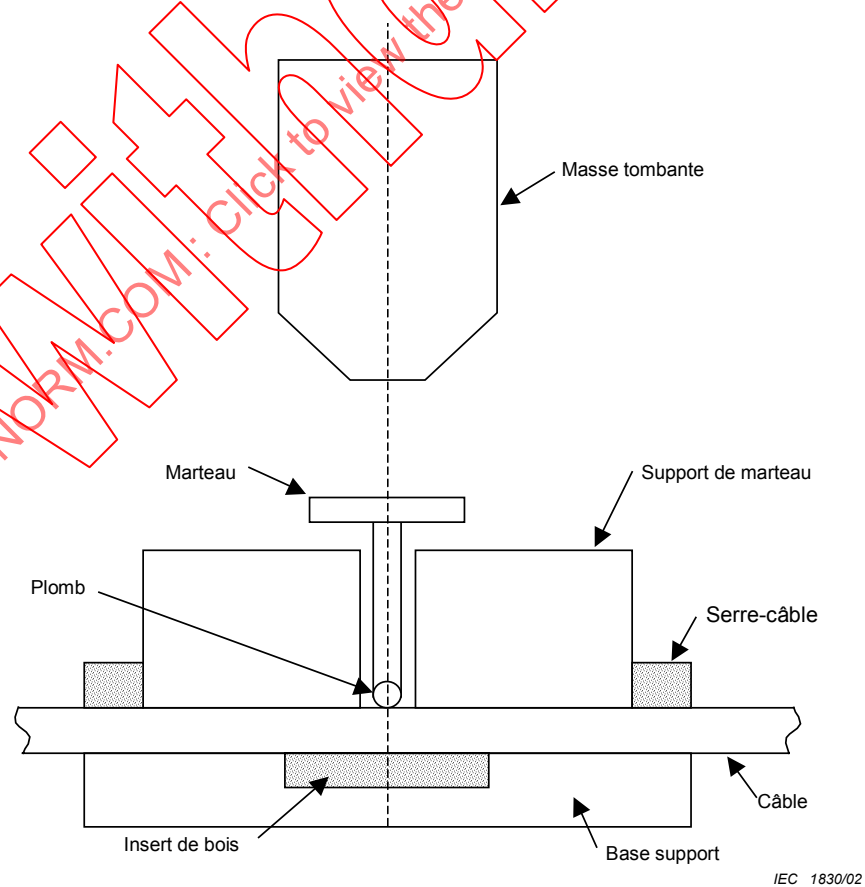


Figure 18 – Autre masse tombante et autre cheville de support de projectile

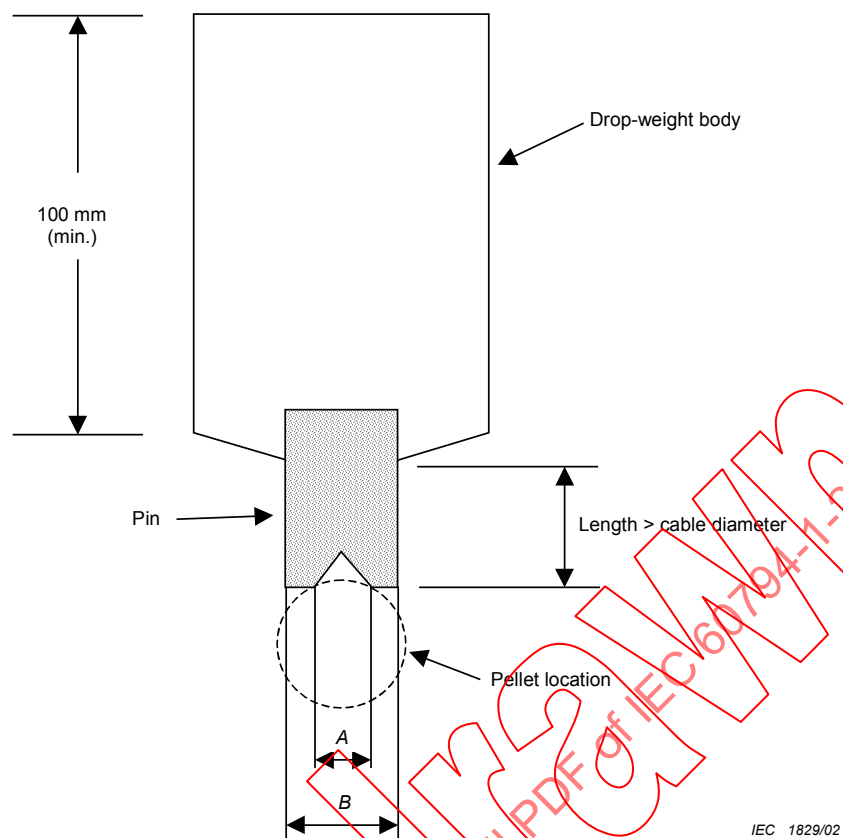


Figure 17 – Drop weight incorporating shot support pin

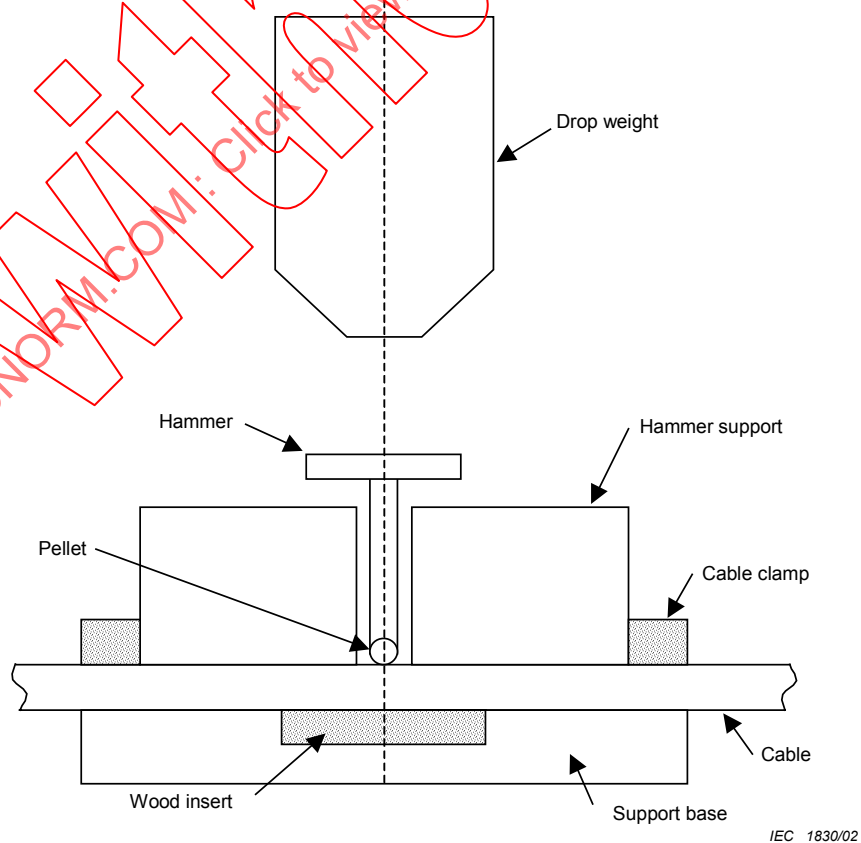


Figure 18 – Alternative drop weight and shot support pin

17 Méthode E14: Ecoulement (égouttement) des matériaux de remplissage

17.1 Objet

Le but de cet essai est de vérifier que les matériaux de remplissage et d'enduction ne s'écouleront pas d'un câble à fibres optiques rempli, à des températures indiquées.

17.2 Echantillon

a) Nombre et type d'éprouvettes

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, préparer, à partir de chaque échantillon de câble à évaluer, cinq éprouvettes de câble pour essai. Chaque éprouvette de câble doit être représentative du type de câble prescrit dans la spécification particulière.

b) Longueur de l'éprouvette

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, chaque éprouvette doit avoir une longueur de 300 mm $\pm$ 5 mm.

c) Préparation de l'éprouvette

Préparer chaque éprouvette comme suit, avec toute modification prescrite au point d).

- 1) Enlever une section de 130 mm $\pm$ 2,5 mm du matériau de la gaine extérieure à une extrémité.
- 2) Enlever tous les éléments restants ne faisant pas partie intégrante du câble (par exemple armure, écrans, gaines intérieures, éléments de renfort appliqués hélicoïdalement, rubans pour le blocage de l'eau, autres éléments de ceinture de l'âme, etc.) sur une longueur de 80 mm $\pm$ 2,5 mm de la même extrémité. Ne pas toucher aux autres éléments du câble (par exemple tubes protecteurs qui contiennent les fibres optiques, éléments de bourrage utilisés pour obtenir la rotondité, etc.).
- 3) Enlever les quantités de matériaux de remplissage ou d'enduction affectées par les opérations effectuées en 1) ou en 2) qui n'adhèrent que faiblement, mais s'assurer que l'éprouvette reste recouverte en majeure partie par le matériau de remplissage ou d'enduction (c'est-à-dire ne pas l'essuyer complètement pour qu'elle soit nette).
- 4) Si un préconditionnement est permis, peser chaque échantillon avant de mettre des bouchons, des pinces, etc.
- 5) Pour les structures de câbles contenant des éléments, tels que faisceaux de fibres ou rubans qui pourraient se déplacer sous l'effet de leur propre poids pendant l'essai, fixer ces composants du côté de l'extrémité non préparée de l'éprouvette de façon qu'ils ne perturbent pas le reste de l'éprouvette. De tels composants peuvent être fixés par des pinces, bouchons en époxy ou autres moyens conformes aux objectifs de la procédure.
- 6) Lorsque cela est permis par la spécification particulière, les extrémités supérieures des tubes protecteurs ou des tubes à structure lâche peuvent être scellées pour simuler des sections de câbles de grande longueur.

d) Extrémité de l'éprouvette

Si la spécification particulière le permet, préparer l'extrémité inférieure de l'éprouvette de câble conformément aux recommandations du constructeur concernant la préparation de l'extrémité du câble en utilisation réelle. Des parties de la procédure de préparation indiquée au point c) peuvent être affectées par la réalisation de cette extrémité, mais l'objectif de c) doit être suivi.

17 Method E14: Compound flow (drip)

17.1 Object

This test is intended to verify that filling and flooding compounds will not flow from a filled fibre optic cable, at stated temperatures.

17.2 Sample

a) Number and type of specimens

Unless otherwise specified in the detail specification, prepare five cable specimens for testing from each cable sample to be evaluated. Each cable specimen shall be representative of the cable type specified by the detail specification.

b) Specimen length

Unless otherwise specified in the detail specification, each specimen shall be 300 mm $\pm$ 5 mm in length.

c) Specimen preparation

Prepare each cable specimen as follows, making any modifications as required in item d):

- 1) Remove a 130 mm $\pm$ 2,5 mm section of the outer sheathing material from one end.
- 2) Remove all remaining non-intrinsic cable elements (e.g. armour, screens, inner sheaths, helically applied strength elements, water blocking tapes, other core wraps, etc.) for a length of 80 mm $\pm$ 2,5 mm from the same cable end. Do not disturb the remainder of the cable (e.g. the final buffer tubes which contain the optical fibres, fillers used for roundness, etc.).
- 3) Remove loosely adhered quantities of filling or flooding material disturbed in 1) or 2), but ensure that the specimen remains essentially coated by the filling or flooding material (i.e. do not wipe clean).
- 4) If preconditioning is permitted, weigh each sample before applying any clamps, plugs, etc.
- 5) For cable designs containing components such as fibre bundles or ribbons which might move under their own weight during the test, secure such components at the unprepared end of the specimen in a manner which does not disturb the remainder of the specimen. Such components may be secured by clamps, epoxy plugs or other means meeting the objectives of the procedure.
- 6) When permitted by the detail specification, the upper ends of buffer tubes or loose tubes may be sealed to simulate long length cable sections.

d) Specimen termination

If allowed by the detail specification, terminate the lower end of the cable specimen according to the manufacturer's recommendations for terminating the cable in actual use. Parts of item c) procedure may be affected by this termination, but the objective of item c) is to be followed.

17.3 Appareillage

L'appareillage et l'équipement suivants sont nécessaires pour effectuer l'essai.

a) Enceinte

Enceinte climatique de taille suffisante pour contenir les éprouvettes en position verticale, avec une capacité thermique suffisante pour maintenir les températures spécifiées pendant la durée de l'essai. Si la chambre est du type à circulation d'air, l'air ne doit pas être envoyé directement sur les éprouvettes en essai.

b) Récipient

Récipient non hygroscopique pour récupérer les matériaux qui s'écoulent.

c) Balance

Balance ayant une précision d'au moins $\pm 0,001$ g et capable de peser la différence entre le récipient vide et le récipient contenant la quantité admissible de matériaux écoulés.

17.4 Procédure

- a) Préchauffer l'enceinte jusqu'à la température indiquée dans la spécification particulière.
- b) Placer chaque éprouvette préparée dans le four, suspendue en position verticale, l'extrémité préparée vers le bas. Placer un récipient propre, préalablement pesé, directement sous l'éprouvette suspendue (mais sans qu'il y ait contact).
- c) Si la spécification particulière le permet, il est admis qu'un préconditionnement soit exécuté comme défini aux points 1) à 3); dans le cas contraire, passer au point d);
 - 1) stabiliser la température de la chambre et, sauf prescription contraire dans la spécification particulière, préconditionner chaque éprouvette pendant 1 h;
 - 2) à l'issue de la période de préconditionnement spécifiée, remplacer le récipient par un autre réservoir propre, pesé au préalable. Peser le récipient de préconditionnement pour mesurer la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction qui a pu s'écouler du câble pendant le préconditionnement. Une quantité mesurée supérieure à la limite de préconditionnement spécifiée doit être considérée comme une défaillance. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la limite de préconditionnement doit être égale à la plus petite des deux valeurs suivantes: 0,5 g ou 0,5 % du poids total de l'éprouvette de câble;
 - 3) continuer l'essai pendant 23 h, sauf prescription contraire dans la spécification particulière, et passer au point e).
- d) Stabiliser la température de l'enceinte et, sauf prescription contraire dans la spécification particulière, procéder à l'essai pendant 24 h.
- e) A l'issue de la période spécifiée, enlever et peser le récipient pour calculer la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction qui a pu s'écouler du câble. Le calcul est effectué en soustrayant le poids initial du récipient de son poids final.
- f) Enregistrer ce résultat comme étant la quantité de matériau de remplissage ou d'enduction pour chaque éprouvette de câble. Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, indiquer «pas d'écoulement» pour des quantités mesurées inférieures ou égales à 0,005 g.

17.5 Prescriptions

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, pour toutes les éprouvettes de câble, un écoulement maximal de 0,050 g doit être autorisé. Si la quantité écoulée d'une des cinq éprouvettes de câble initiales est supérieure à 0,050 g mais inférieure à 0,100 g, préparer cinq éprouvettes de câble supplémentaires en conformité avec le point c) de 17.2, et procéder aux essais selon les points a) à f) de 17.4. L'essai doit être considéré comme réussi si aucune des éprouvettes du deuxième jeu ne présente des quantités écoulées supérieures à 0,050 g.

17.3 Apparatus

The following apparatus and equipment are required to perform this test.

a) Chamber

A temperature chamber large enough to hold the specimens in a vertical position, with sufficient thermal capacity to maintain the specified temperatures for the duration of the test. If the temperature chamber is of a circulating air type, the air shall not blow directly on the test specimens.

b) Container

A non-hygroscopic container to catch dripping material.

c) Balance

A balance having an accuracy of at least $\pm 0,001$ g and capable of weighing the difference between the empty collection container and the collection container with the allowable quantity of drippings.

17.4 Procedure

a) Preheat the chamber to the temperature specified in the detail specification.

b) Place each prepared specimen in the oven, suspended in a vertical position with the prepared end down. Place a pre-weighed clean collection container directly under (but not contacting) the suspended specimen.

c) If permitted by the detail specification, preconditioning may be performed as defined in 1) to 3) below; otherwise, continue with d) below:

1) Stabilize the chamber temperature and, unless otherwise specified in the detail specification, precondition each specimen for a period of 1 h;

2) At the end of the specified preconditioning time, replace the collection container with another pre-weighed clean collection container. Weigh the preconditioning collection container to measure the quantity of filling or flooding compound which may have dripped out of the cable during the preconditioning. A measured quantity greater than the specified preconditioning limit shall constitute as failure. Unless otherwise specified in the detail specification, the preconditioning limit shall be 0,5 % of the total cable specimen weight or 0,5 g, whichever is the smaller;

3) Continue testing for 23 h, unless otherwise specified in the detail specification, and continue with e).

d) Stabilize the chamber temperature and, unless otherwise specified in the detail specification, test for a period of 24 h.

e) At the end of the specified time, remove and weigh the collection container to calculate the quantity of filling or flooding compound which may have dripped out of the cable. The calculation is made by subtracting the original container weight from the final container weight.

f) Record this as the quantity of dripped filling or flooding compound for each cable specimen. Unless otherwise specified in the detail specification, report "no flow" for measured quantity changes less than or equal to 0,005 g.

17.5 Requirements

Unless otherwise specified in the detail specification, all of the cable specimens shall be permitted a maximum flow quantity of 0,050 g. If the flow quantity from one of the five initial cable specimens exceeds 0,050 g, but is less than 0,100 g, prepare five additional cable specimens in accordance with item c) of 17.2, and test as per items a) to f) of 17.4. The test shall be considered successful if none of the second set of specimens has flow quantities which exceed 0,050 g.

17.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) température d'essai;
- b) détails sur le préconditionnement (s'il est autorisé):
 - mention indiquant que le préconditionnement est autorisé (s'il est autorisé);
 - exceptions à la procédure de préconditionnement par défaut définie au point c) de 17.4;
 - critères de réussite/d'échec au préconditionnement;
- c) toute exception applicable aux exigences de la présente procédure;
- d) critères d'acceptation (réussite/échec), s'ils diffèrent des critères par défaut.

17.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) test temperature;
- b) preconditioning details (if permitted):
 - statement that preconditioning is permitted (if permitted),
 - exceptions to default preconditioning procedure as defined in 17.4 c),
 - preconditioning pass/fail criteria;
- c) any exceptions to be applied to the requirements of this procedure;
- d) acceptance (pass/fail) criteria, if other than default.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

18 Méthode E15: Exsudation et volatilité

18.1 Objet

Le but de cet essai est de mesurer à haute température l'exsudation et/ou la volatilité des matériaux de remplissage utilisés au contact de fibres optiques.

18.2 Echantillon

Matériaux de remplissage destinés à être utilisés au contact de fibres optiques.

18.3 Appareillage

L'appareillage comprend:

- a) une étuve électrique avec ventilation naturelle;
 - b) une balance analytique avec une limite d'erreur de $G = 0,1 \text{ mg}$;
 - c) un montage d'essai (voir Figure 19) comprenant:
 - 1) un cône, nickel, toile métallique, 60 mailles (trous: 5,6 par mm^2 diamètre de fil: 0,19 mm; ouverture: 0,28 mm), avec une poignée. En variante, il est admis que le cône soit en acier inoxydable (60 mailles, ouverture 0,25 mm) et que l'épaisseur de brasure soit supérieure à 1 mm, dans la mesure où il est prouvé que les résultats ne sont pas très différents de ceux de la première configuration;
 - 2) un verre gradué, de forme haute, sans bec, 200 ml;
- NOTE Le couvercle n'est pas nécessaire lorsqu'on mesure la volatilité.
- 3) un dessiccateur.

18.4 Procédure

Peser le verre gradué vide et propre et noter la valeur correspondante M_1 (verre pesé à 1 mg près). Peser le verre gradué, le cône et le support de cône assemblés et noter la valeur correspondante M_2 . Ajouter environ 10 g d'échantillon au cône (il faut que la surface supérieure soit lisse et convexe de manière que le fluide ne soit pas retenu et il ne doit pas y avoir de matériaux agglomérés dans la toile métallique). Peser l'appareillage et l'échantillon assemblés, et enregistrer la valeur correspondante M_3 .

Chauffer le montage d'essai dans l'étuve à la température et pendant la durée indiquées dans la spécification particulière. Faire refroidir jusqu'à la température ambiante dans le dessiccateur. Peser à nouveau l'appareillage assemblé et noter la valeur correspondante M_4 . Enlever avec précaution le support du cône et le cône lui-même. Peser à nouveau le verre gradué et noter la valeur correspondante M_5 . Calculer le pourcentage d'exsudation et de volatilité et noter la moyenne des résultats dupliqués.

Calculs:

$$\% \text{ exsudation} = \frac{M_5 - M_1}{M_3 - M_2} \times 100$$

$$\% \text{ volatilité} = \frac{M_3 - M_4}{M_3 - M_2} \times 100$$

18.5 Prescriptions

Les résultats moyens notés ne doivent pas dépasser les valeurs maximales données dans la spécification particulière.

18 Method E15: Bleeding and evaporation

18.1 Object

The purpose of this test is to measure at high temperature the bleeding and/or evaporation of filling compounds used in contact with optical fibres.

18.2 Sample

Filling compound material intended to be used in contact with optical fibres.

18.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a) an electric heating cabinet with natural ventilation;
- b) an analytical balance with an error limit $G = 0,1$ mg;
- c) the test set-up (see Figure 19) consisting of:
 - 1) cone, nickel, gauze, 60 mesh (holes: 5,6 per mm^2 ; wire diameter: 0,19 mm; opening: 0,28 mm), with a wire handle. Alternatively the cone may consist of stainless steel (60 mesh, opening 0,25 mm) and the solder width may be more than 1 mm, provided it is proved that the results are not significantly different from the first one;
 - 2) a beaker, tall-form, without a spout, 200 ml;
NOTE The cover is not needed when measuring the evaporation.
 - 3) a desiccator.

18.4 Procedure

Weigh the clean dry beaker and record as M_1 (weighed to within 1 mg). Weigh the assembled beaker, cone and cone support and record as M_2 . Add about 10 g of sample to the cone (the upper surface must be smooth and convex so that fluid is not trapped and there shall be no aggregate materials in the gauze mesh). Weigh the assembled apparatus and sample, and record as M_3 .

Heat the test set-up in the cabinet at the temperature and for the duration stated in the detail specification. Cool to room temperature in the desiccator. Reweigh the assembled apparatus and record as M_4 . Carefully remove the cone support and cone. Reweigh the beaker and record as M_5 . Calculate the percentage bleeding and evaporation and report the average of the duplicate results.

Calculations:

$$\% \text{ bleeding} = \frac{M_5 - M_1}{M_3 - M_2} \times 100$$

$$\% \text{ evaporation} = \frac{M_3 - M_4}{M_3 - M_2} \times 100$$

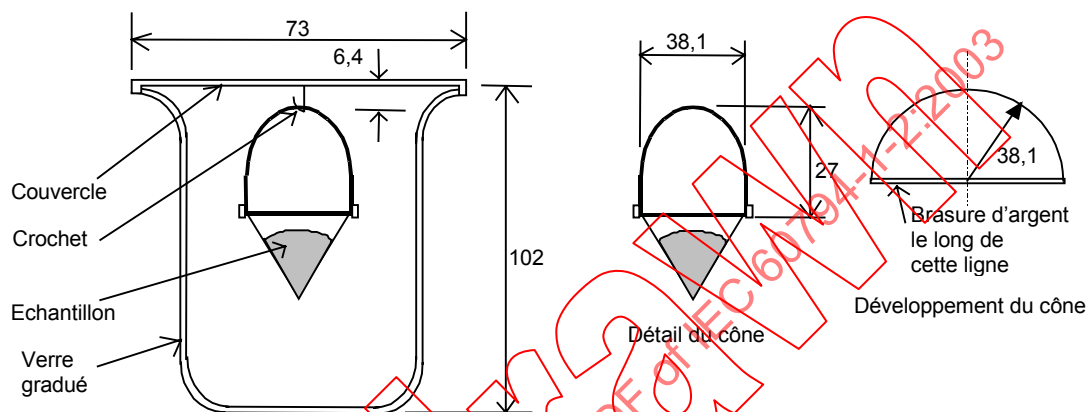
18.5 Requirements

The reported average results shall not exceed the maximum values given in the detail specification.

18.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) température d'essai;
- b) durée d'essai;
- c) type de cône à utiliser;
- d) nombre d'échantillons à essayer.



IEC 381/99

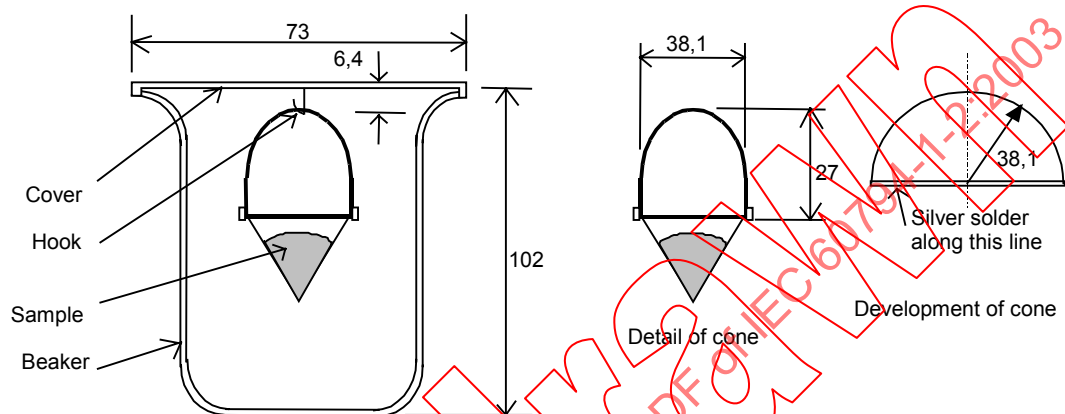
Dimensions en millimètres

Figure 19 – Montage d'essai d'exsudation et de volatilité

18.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) test temperature;
- b) duration of test;
- c) type of cone to be used;
- d) number of samples to be tested.



IEC 381/99

Dimensions in millimetres

Figure 19 – Bleeding and evaporation test set-up

19 Méthode E17: Raideur

19.1 Objet

Le but de cet essai est de mesurer la raideur d'un câble à fibres optiques.

Trois méthodes sont applicables, en fonction du type de câble.

19.2 Généralités

La raideur est un paramètre utilisé pour évaluer les performances d'un câble installé en utilisant les techniques de traction conventionnelles (par exemple dans les canalisations, les câbles à grande distance, les conduits ou sous les planchers) et également en utilisant des techniques de soufflage. La raideur est également utilisée pour s'assurer que les câbles jarretières et les câbles intérieurs sont suffisamment robustes mais assez souples pour résister à l'installation et à l'usage normal. Les valeurs de raideur du câble déterminées pour chacun de ces essais peuvent ne pas être équivalentes aux valeurs déterminées dans les autres essais.

Les méthodes E17A et E17B conviennent pour les gros câbles.

La méthode E17B convient aussi pour des câbles plus petits, y compris les câbles légèrement armés et les câbles d'intérieur.

La méthode E17C convient pour les petits câbles tels que les câbles à une fibre renforcés.

19.3 Méthode E17A

19.3.1 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

19.3.2 Appareillage

Le montage d'essai de pliage trois points est représenté à la Figure 20. L'échantillon est placé sur deux supports permettant un mouvement libre du câble (par exemple les supports peuvent être constitués par des barres tournantes). Des moyens doivent être fournis pour appliquer une force à l'échantillon à un point situé à mi-chemin entre les supports et pour mesurer le déplacement qui en résulte.

19.3.3 Procédure

Placer les supports à une distance l'un de l'autre indiquée dans la spécification particulière. L'échantillon d'essai est placé sur les supports, la force est appliquée et le déplacement est mesuré.

L'échantillon doit être d'une longueur supérieure à la distance entre les supports de manière à assurer que les mouvements internes des composants du câble soient sans incidence sur le résultat.

La force peut être appliquée par une lame fixée à une machine d'essai de traction ou par un poids accroché au câble.

Si une force F (en newtons) donne lieu à un déplacement y (en mètres) et si x est la distance (en mètres) entre les supports, la raideur B (en $\text{N}\cdot\text{m}^2$) est égale à:

$$B = \frac{x^3}{48} \frac{F}{y}$$

19 Method E17: Stiffness

19.1 Object

The purpose of this test is to measure the stiffness of an optical fibre cable.

Three alternative methods are applicable, depending on the type of cable.

19.2 General

Stiffness is a parameter used to evaluate the performance of a cable when installed using conventional pulling techniques (for example in ducts, trunking, conduit or under floors) and also when using blowing techniques. Stiffness is also used to ensure that jumper and indoor cables are sufficiently rugged yet flexible enough to withstand installation and normal usage. Cables stiffness values determined for any of these tests may not be equivalent to values determined in the other tests.

Methods E17A and E17B are suitable for large cables.

Method E17B is also suitable for smaller cables including lightly armoured cables and indoor cables.

Method E17C is suitable for small cables such as ruggedized single-fibre cables.

19.3 Method E17A

19.3.1 Sample

The sample length shall be sufficient to carry out the specified test.

19.3.2 Apparatus

The three-point bending test set-up is shown in Figure 20. The sample is placed on two supports which allow free movement of the cable (e.g. the supports may be rotating bars). Means shall be provided to apply a force to the sample at a point midway between the supports and to measure the subsequent displacement.

19.3.3 Procedure

Set the supports at a distance apart as specified in the detail specification. The test sample is placed on the supports, the force applied and the displacement measured.

The sample shall be longer than the distance between the supports by an amount which ensures that any internal movement of the cable components does not affect the result.

The force can be applied by a blade fixed to a tensile testing machine or by weights hooked to the cable.

If a force F (in newtons) results in a displacement y (in metres) and if x is the distance (in metres) between the supports, the stiffness B (in $\text{N}\cdot\text{m}^2$) is:

$$B = \frac{x^3}{48} \frac{F}{y}$$

Compte tenu du fait que certains câbles (par exemple des câbles armés) peuvent présenter une variation de comportement passant de la zone élastique à la zone plastique, comme représenté à la Figure 21, il est préférable que la force soit augmentée par étapes de manière à pouvoir identifier les points de variation. La raideur à spécifier est la raideur élastique qui est donnée, en $N \cdot m^2$, par:

$$B = \frac{x^3}{48} \tan \alpha$$

α étant l'angle de la partie linéaire de la courbe.

19.3.4 Prescriptions

La raideur du câble doit être conforme aux prescriptions indiquées dans la spécification particulière.

19.3.5 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) type de câble;
- b) distance entre les supports;
- c) longueur de l'échantillon;
- d) force maximale;
- e) nombre d'échantillons essayés;
- f) vitesse de chargement.

19.4 Méthode E17B

19.4.1 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

19.4.2 Appareillage

Le montage d'essai en porte à faux est représenté à la Figure 22. L'échantillon est fixé dans une pince et l'on doit pouvoir appliquer une force à l'extrémité de l'échantillon loin de la pince et mesurer le déplacement qui en résulte.

Dans certains cas (par exemple des petits câbles jarretières), la pince peut être conçue pour contrôler le rayon de courbure de l'échantillon, comme représenté à la Figure 22b.

19.4.3 Procédure

Fixer solidement l'échantillon dans la pince, appliquer la force à une distance L de la pince et mesurer le déplacement.

La force peut être appliquée par une machine d'essai de traction ou par des poids.

La longueur de l'échantillon doit être choisie pour s'assurer que les mouvements internes des composants du câble sont sans incidence sur le résultat.

Since some cables (e.g. armoured cables) can exhibit a change in behaviour from elastic to inelastic, as shown in Figure 21, it is preferable for the force to be increased in increments so that the point of any change can be identified. The stiffness to be specified is the elastic stiffness which is given, in $\text{N}\cdot\text{m}^2$, by:

$$B = \frac{x^3}{48} \tan \alpha$$

α being the angle of the linear part of the curve.

19.3.4 Requirements

The cable stiffness shall meet the requirements specified in the detail specification.

19.3.5 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) cable type;
- b) distance between supports;
- c) length of sample;
- d) maximum force;
- e) number of samples tested;
- f) loading rate.

19.4 Method E17B

19.4.1 Sample

The sample length shall be sufficient to carry out the specified test.

19.4.2 Apparatus

The cantilever test set-up is shown in Figure 22. The sample is secured in a clamp and means shall be provided to apply a force to the end of the sample remote from the clamp, and to measure the subsequent displacement.

In some cases (e.g. small jumper cables), the clamp can be designed to control the bending radius of the sample, as shown in Figure 22b.

19.4.3 Procedure

Fix the sample securely in the clamp, apply the force at a distance L from the clamp, and measure the displacement.

The force can be applied by a tensile testing machine or by weights.

The sample length shall be selected to ensure that any internal movement of the cable components does not affect the result.

Si une force F (en newtons) donne lieu à un déplacement y (en mètres) avec une longueur L (en mètres), la raideur B (en $\text{N}\cdot\text{m}^2$) est:

$$B = \frac{L^3}{3} \frac{F}{y} \quad \text{ou} \quad B = \frac{L^3}{3} \tan \alpha$$

α étant l'angle de courbure.

19.4.4 Prescriptions

La raideur du câble doit satisfaire aux prescriptions indiquées dans la spécification particulière.

19.4.5 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) type de câble;
- b) portée (L);
- c) force maximale;
- d) longueur de l'échantillon;
- e) nombre d'échantillons essayés.

19.5 Méthode E17C

19.5.1 Echantillon

La longueur de l'échantillon doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

19.5.2 Appareillage

Le montage d'essai est représenté à la Figure 23. Il permet de mesurer la force subie par l'échantillon en essai lorsqu'il se plie en U. Une machine d'essai de traction équipée d'un capteur de force et capable de maintenir un écartement spécifié des mors pendant une durée spécifiée peut convenir.

19.5.3 Procédure

L'échantillon est fixé à l'appareillage en position droite. L'écartement des mors est réduit à une valeur donnée par $s \times d$, où d est le diamètre du câble et s le facteur de séparation donné dans la spécification particulière. Après la durée indiquée dans la spécification particulière, la force subie par l'échantillon en essai est enregistrée.

La raideur B , en $\text{N}\cdot\text{m}^2$, est alors:

$$B = F\pi r^2$$

où

F est la force mesurée, en newtons (N);

r est le rayon de courbure du câble à l'écartement final des mâchoires, en mètres (m).

19.5.4 Prescriptions

La rigidité du câble doit être conforme aux prescriptions indiquées dans la spécification particulière.

If a force F (in newtons) results in a displacement y (in metres), with a span length L (in metres), the stiffness B (in N·m²) is:

$$B = \frac{L^3}{3} \frac{F}{y} \quad \text{or} \quad B = \frac{L^3}{3} \tan \alpha$$

α being the bending angle.

19.4.4 Requirements

The cable stiffness shall meet the requirements specified in the detail specification.

19.4.5 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) cable type;
- b) cable span (L);
- c) maximum force;
- d) length of sample;
- e) number of samples tested.

19.5 Method E17C

19.5.1 Sample

The sample length shall be sufficient to carry out the specified test.

19.5.2 Apparatus

The test set up is shown in Figure 23. It provides a means of measuring the force imparted on the test sample when bent into a U-bend. A suitable apparatus is a tensile testing machine fitted with a load cell and capable of maintaining a given jaw separation for a specified duration.

19.5.3 Procedure

The sample is fixed to the apparatus in a straight condition. The jaw separation is reduced to a value given by $s \times d$, where d is the cable diameter and s is the separation factor given in the detail specification. After the duration specified in the detail specification, the force imparted on the test sample is recorded.

The stiffness B , in N·m², is then:

$$B = F\pi r^2$$

where

F is the measured force in newtons (N);

r is the bend radius of cable at final jaw separation, in metres (m).

19.5.4 Requirements

The cable stiffness shall meet the requirements specified in the detail specification.

19.5.5 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) facteur (s) de séparation;
- b) durée de l'essai;
- c) longueur de l'échantillon;
- d) nombre d'échantillons essayés.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

19.5.5 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) separation factor (s);
- b) duration of test;
- c) length of sample;
- d) number of samples tested.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

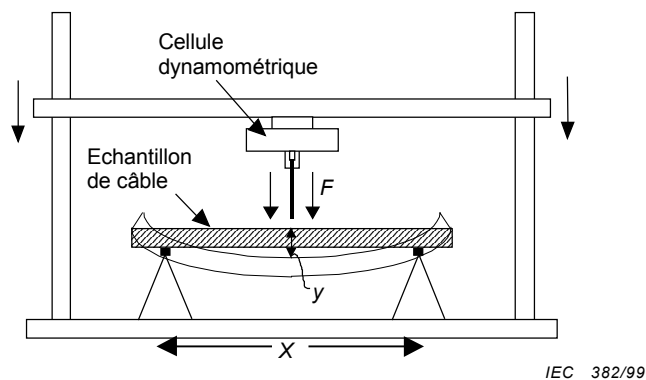


Figure 20 – Méthode E17A – Montage d'essai

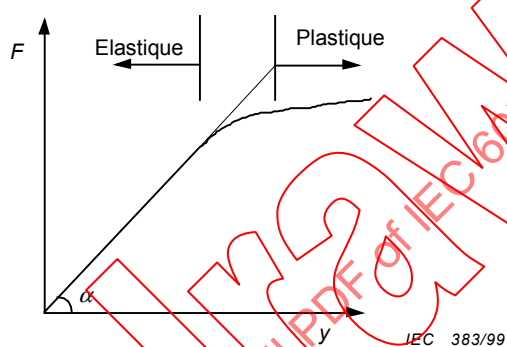


Figure 21 – Exemple de résultats de force appliquée et déplacement

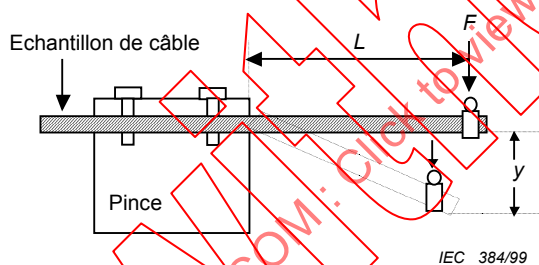


Figure 22a – Appareillage simple

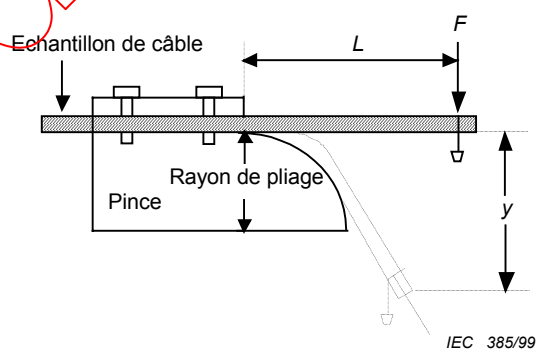


Figure 22b – Appareillage avec contrôle du rayon

Figure 22 – Méthode E17B – Montage d'essai

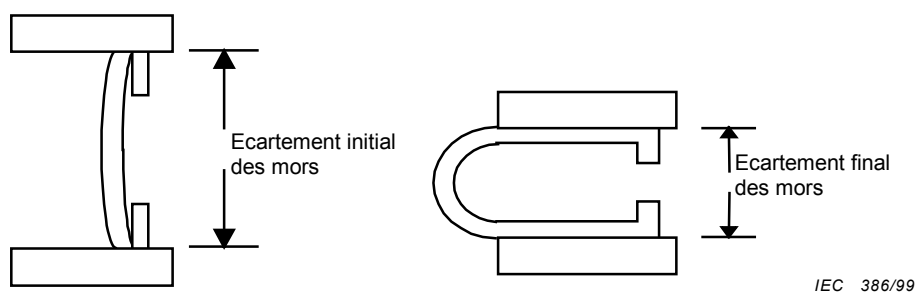


Figure 23 – Méthode E17C – Montage d'essai

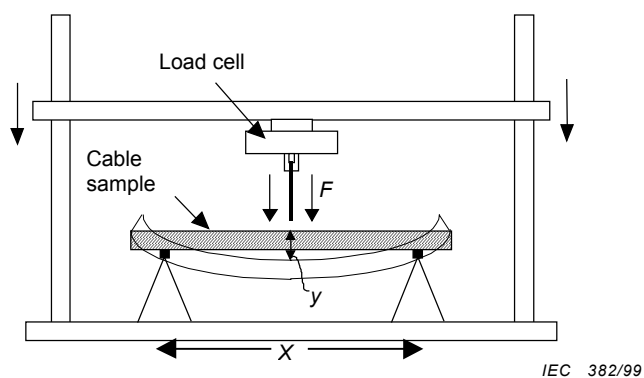


Figure 20 – Method E17A – Test set-up

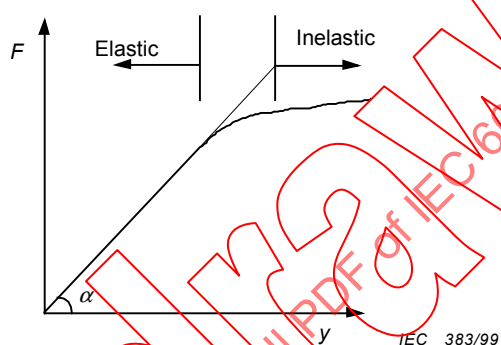


Figure 21 – Example of results of applied force and displacement

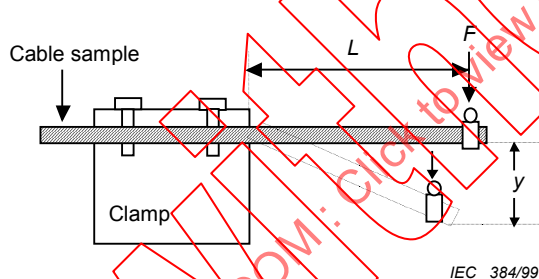


Figure 22a – Simple apparatus

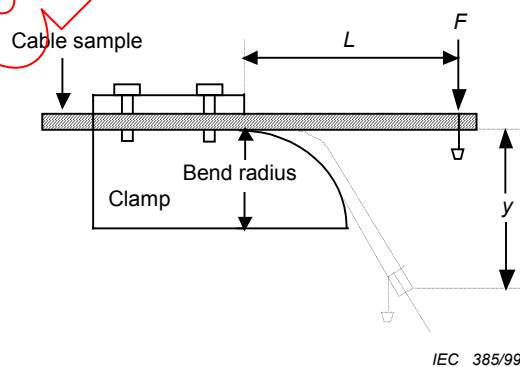


Figure 22b – Apparatus with control of radius

Figure 22 – Method E17B – Test set-up

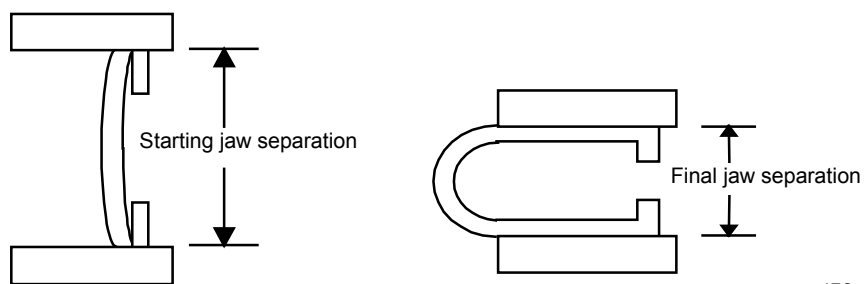


Figure 23 – Method E17C – Test set-up

20 Méthode E18: Courbure sous traction (essai de passage sur poulies)

20.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer la capacité d'un câble à fibres optiques à résister au pliage sur des rouleaux ou des pièces recourbées pendant les opérations d'installation, lorsqu'une charge spécifiée est appliquée.

Différentes procédures sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

- Pour l'essai général de courbure sous traction (Méthode E/18A), les procédures 1 et 2 (avec un appareillage fixe) s'appliquent.
- Pour le câble optique aérien (essai de passage sur poulies) (Méthode E18B), les procédures 1, 2, 3 et 4 sont applicables.

20.2 Echantillon

L'échantillon doit être prélevé à l'extrémité d'un câble fini, sans le couper si cela est stipulé dans la spécification particulière.

Les deux extrémités du spécimen doivent être terminées de telle manière que la charge spécifiée puisse être appliquée.

L'échantillon doit être marqué aux points A et B comme indiqué aux Figures 24, 25, 26 ou 27. La distance entre les marques A et B doit être plus grande que le pas d'assemblage pour les câbles en hélice et plus grande que la distance entre les inversions de pas pour les câbles S-Z.

20.3 Appareillage

- Dispositif de traction présentant une erreur maximale de $\pm 3\%$.
- Si prescrit pour une application particulière de l'utilisateur, appareil de mesure de l'affaiblissement pour la détermination de la variation de l'affaiblissement et/ou appareil de mesure de la contrainte d'élongation de la fibre. La longueur en essai de la fibre optique doit être d'au moins 100 m.
- La procédure à utiliser doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant et il convient qu'elle reflète le scénario d'installation le plus sévère qui puisse intervenir.

Procédure 1

Un(e) rouleau/poulie d'un rayon (r) comme indiqué dans la spécification applicable et comme représenté à la Figure 24.

Procédure 2

Deux rouleaux/poulies d'un rayon (R), une distance Y et un angle de pliage θ comme indiqué dans la spécification applicable et comme représenté à la Figure 25.

Procédure 3

Une poulie d'un rayon (R) et un angle de pliage θ comme indiqué dans la spécification applicable et comme représenté à la Figure 26.

Procédure 4

Trois poulies d'un rayon (R) et un angle de pliage θ comme indiqué dans la spécification applicable et comme représenté à la Figure 27.

20 Method E18 : Bending under tension (sheave test)

20.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an optical fibre cable to withstand bending around rollers or bows during installation, when a specified load is applied.

Different procedures are described in the subclauses that follow.

- For the general bending under tension test (Method E18A), procedures 1 and 2 (with fixed apparatus) apply.
- For aerial optical cable (sheave test) (Method E18B) procedures 1, 2, 3 and 4 are applicable.

20.2 Sample

The sample shall be taken from one end of a finished cable, without cutting if specified in the detail specification.

Both ends of the specimen shall be terminated in such a way that the specified load can be applied.

The sample shall be marked at points A and B as shown in Figures 24, 25, 26 or 27.

The distance between marks A and B shall be greater than the lay length for helically stranded cables and greater than the distance between lay reversals for S-Z stranded cables.

20.3 Apparatus

- Tensile power device with a maximum error of ± 3 %.
- If required for a particular user application, attenuation measuring apparatus for the determination of attenuation change and / or fibre elongation strain measuring apparatus. The test length of the optical fibre shall be a minimum of 100 m.
- The procedure to be used shall be agreed between purchaser and manufacturer and should reflect the most severe installation scenario which may be experienced.

Procedure 1

One roller/sheave with a radius (r) as given in the relevant specification and as shown in Figure 24.

Procedure 2

Two rollers/sheaves with a radius (R), a distance Y and a bending angle θ as given in the relevant specification and as shown in Figure 25.

Procedure 3

One sheave with a radius (R) and a bending angle θ as given in the relevant specification and as shown in Figure 26.

Procedure 4

Three sheaves with a radius (R) and a bending angle θ as given in the relevant specification and as shown in Figure 27.

20.4 Procédure

L'essai doit être réalisé à température ambiante.

Si la spécification particulière le stipule, l'affaiblissement doit être enregistré avant l'application de la charge spécifiée et après l'essai lorsque la charge est nulle.

En fonction de la méthode d'installation et comme indiqué dans la spécification particulière, on doit utiliser une des procédures suivantes.

Procédure 1

- Le câble doit être passé autour d'un cylindre ou d'un dispositif comme stipulé dans la spécification particulière, selon un angle minimal de 180° (pliage en U) comme représenté à la Figure 24 ou en utilisant d'autres valeurs ayant fait l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.
- La tension doit être augmentée de manière continue pour atteindre la valeur donnée dans la spécification particulière.
- Le câble doit être déplacé du point A au point B (voir la Figure 24) et ensuite être ramené au point A, à une vitesse et avec un nombre de cycles stipulé dans la spécification particulière.

Procédure 2

- Le câble doit être plié autour de deux cylindres pour former un S (pliage en S) ou sur un dispositif comme stipulé dans la spécification particulière et comme représenté à la Figure 25.
- La tension doit être augmentée de manière continue pour atteindre la valeur donnée dans la spécification particulière.
- Les deux variantes suivantes existent :
 - a) le câble doit être déplacé du point A au point B (voir la Figure 25) et ensuite être ramené au point A, à une vitesse et avec un nombre de cycles stipulé dans la spécification particulière, ou
 - b) l'appareil doit être déplacé par rapport au câble du point A au point B (voir Figure 25) et ensuite ramené au point A, à une vitesse et avec un nombre de cycles stipulé dans la spécification particulière.

Procédure 3

- Le câble doit être passé autour d'un cylindre ou sur un dispositif comme stipulé dans la spécification particulière, selon un angle comme stipulé dans la spécification particulière et comme représenté à la Figure 26.
- La tension doit être augmentée de manière continue pour atteindre la valeur donnée dans la spécification particulière.
- Le câble doit être déplacé du point A au point B (voir la Figure 26) et ensuite être ramené au point A, à une vitesse et avec un nombre de cycles stipulé dans la spécification particulière.

Procédure 4

- Le câble doit être passé entre les cylindres comme stipulé dans la spécification particulière, selon un angle stipulé dans la spécification particulière et comme représenté à la Figure 27.
- La tension doit être augmentée de manière continue pour atteindre la valeur donnée dans la spécification particulière.
- Les deux variantes suivantes existent :

20.4 Procedure

The test is to be carried out at ambient temperature.

If specified in the detail specification, the attenuation shall be recorded before the specified load is applied, and after the test when the load is zero.

Depending on the installation method, and as indicated in the detail specification one of the following procedures shall be used.

Procedure 1

- The cable shall be moved around a cylinder or on a device as specified in the detail specification, through minimum 180° (U-bend) as shown in Figure 24 or other values agreed between purchaser and manufacturer.
- The tension shall be continuously increased to the required value given in the detail specification.
- The cable shall be moved from point A to point B (see Figure 24) and then returned to point A, with a speed and in a number of cycles as specified in the detail specification.

Procedure 2

- The cable shall be bent around two cylinders in an S form manner (S-bend), or on a device as specified in the detail specification, as shown in Figure 25.
- The tension shall be continuously increased to the required value given in the detail specification.
- There are two alternatives as follows:
 - a) the cable shall be moved from point A to point B (see Figure 25) and then returned to point A, with a speed and in a number of cycles as specified in the detail specification, or
 - b) the apparatus shall be moved relative to the cable from point A to point B (see Figure 25) and then returned to point A, with a speed and in a number of cycles as specified in the detail specification.

Procedure 3

- The cable shall be moved around a cylinder or on a device as specified in the detail specification, through an angle as specified in the detail specification as shown in Figure 26.
- The tension shall be continuously increased to the required value given in the detail specification.
- The cable shall be moved from point A to point B (see Figure 26) and then returned to point A, with a speed and in a number of cycles as specified in the detail specification.

Procedure 4

- The cable shall be passed through the cylinders as specified in the detail specification, through an angle as specified in the detail specification as shown in Figure 27.
- The tension shall be continuously increased to the required value given in the detail specification.
- There are two alternatives as follows:

- a) le câble doit être déplacé du point A au point B (voir la Figure 27) et ensuite être ramené au point A, à une vitesse et avec un nombre de cycles stipulé dans la spécification particulière, ou
- b) l'appareil doit être déplacé par rapport au câble du point A au point B (voir Figure 27) et ensuite ramené au point A, à une vitesse et avec un nombre de cycles stipulé dans la spécification particulière.

20.5 Prescriptions

Lors d'un examen visuel sans grossissement, il ne doit pas y avoir de dommages sur la gaine et/ou les éléments de câble.

Si cela est spécifié, toute augmentation permanente de l'affaiblissement après l'essai ne doit pas dépasser la valeur stipulée dans la spécification particulière.

Il convient que d'autres prescriptions détaillées soient données dans la spécification particulière.

20.6 Détails à spécifier

- Procédure utilisée (1, 2, 3 ou 4))
- Tension maximale appliquée pendant l'essai (normalement la charge maximale qu'il est admis d'appliquer pendant l'installation)
- Longueur du câble et longueur pliée sous tension
- Préparation des extrémités
- Dispositif de tension
- Rayon (r) des rouleaux dans la procédure 1
- Radius (R) des rouleaux/cylindres/mandrins dans les procédures 2, 3 ou 4.
- Distance y dans la procédure 2.
- Angle de pliage θ dans les procédures 2, 3, ou 4.
- Vitesse de déplacement (normalement $\leq$ vitesse d'installation)
- Nombre de cycles de déplacements
- Contrainte maximale sur la fibre pendant l'essai, si spécifiée
- Allongement de la gaine, si prescrit
- Conditions d'injection, augmentation permanent maximale de l'affaiblissement et appareil de mesure de l'affaiblissement, le cas échéant
- Les paramètres électriques, s'ils sont spécifiés, des conducteurs incorporés dans le câble

- a) the cable shall be moved from point A to point B (see Figure 27) and then returned to point A, with a speed and in a number of cycles as specified in the detail specification, or
- b) the apparatus shall be moved relative to the cable from point A to point B (see Figure 27) and then returned to point A, with a speed and in a number of cycles as specified in the detail specification.

20.5 Requirements

Under visual examination without magnification there shall be no damage to the sheath and/or to the cable elements.

If specified, any permanent increase in attenuation after the test shall not exceed the value specified in the detail specification.

Further detailed requirements should be given in the detail specification.

20.6 Details to be specified

- Procedure used (1, 2, 3 or 4))
- Maximum tension applied during test (typically the maximum load which may be applied during installation)
- Length of the cable and length bent under tension
- End preparation
- Tension device
- Radius (r) of rollers in procedure 1.
- Radius (R) of rollers / cylinders / mandrels in procedures 2, 3, or 4.
- Distance Y in procedure 2.
- Bending angle θ in procedures 2, 3, or 4.
- Moving speed (typically $\leq$ installation speed)
- Number of moving cycles
- Maximum fibre strain during the test, if specified
- Elongation of sheath, if required
- Launching conditions, maximum permanent increase in attenuation and attenuation measuring device, if relevant
- The electrical parameters, if specified, of conductors incorporated in the cable design

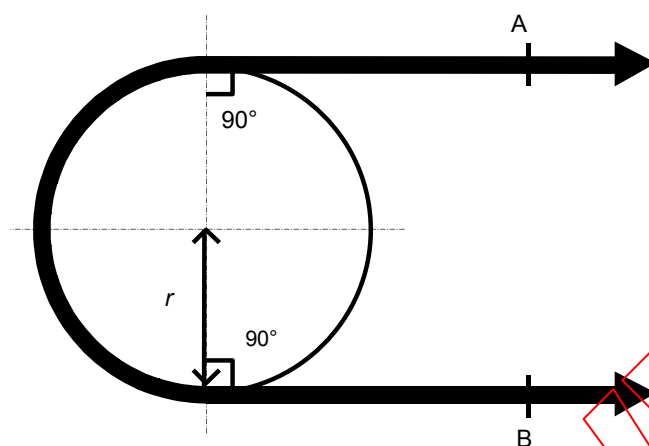


Figure 24 – Pliage en U

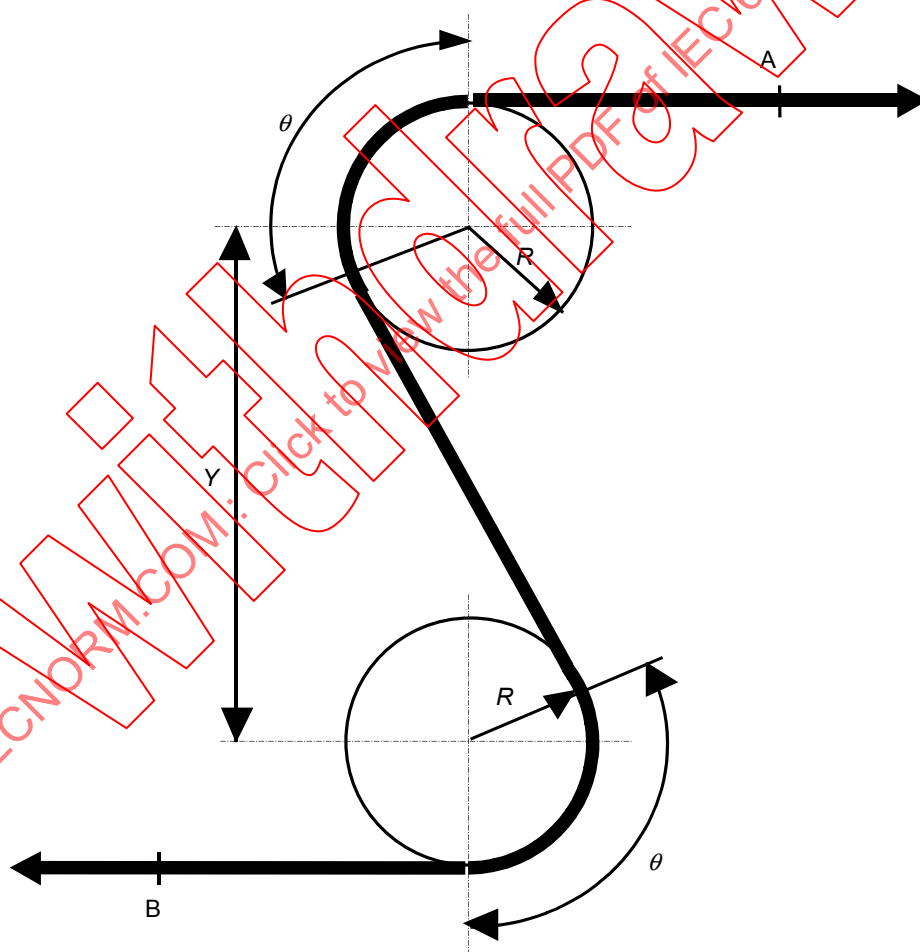


Figure 25 – Pliage en S

IEC 1225/03

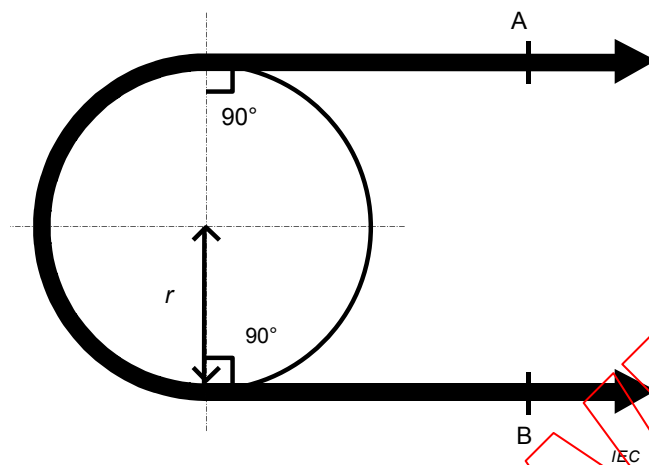


Figure 24 – U-bend

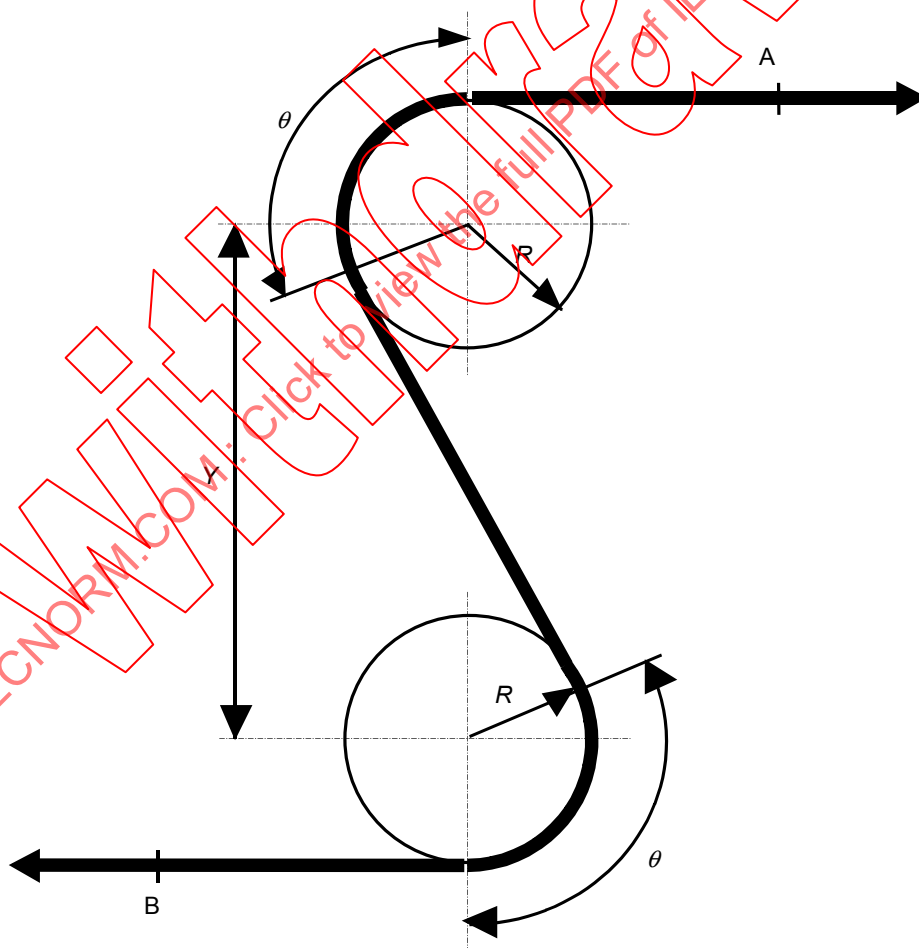


Figure 25 – S-bend

IEC 1225/03

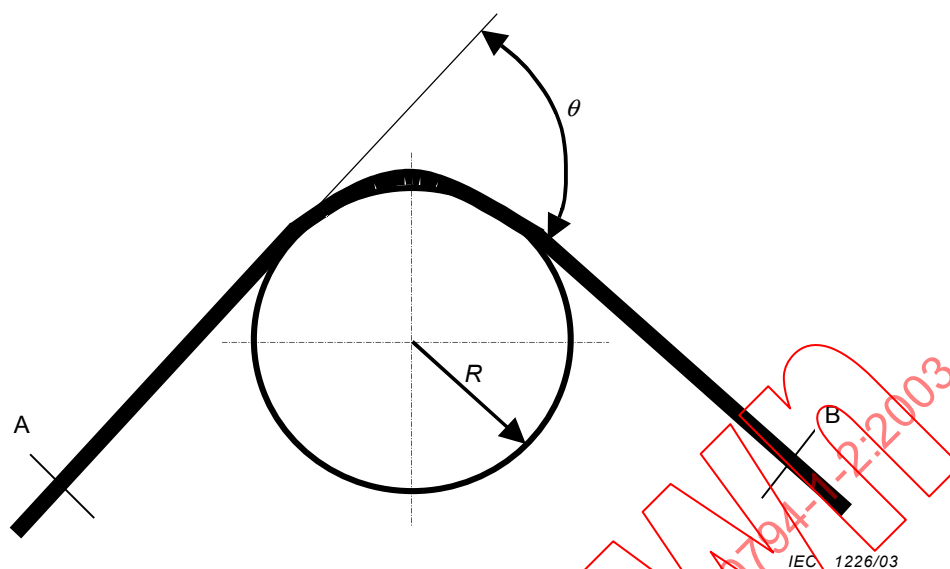


Figure 26 – Pliage partiel

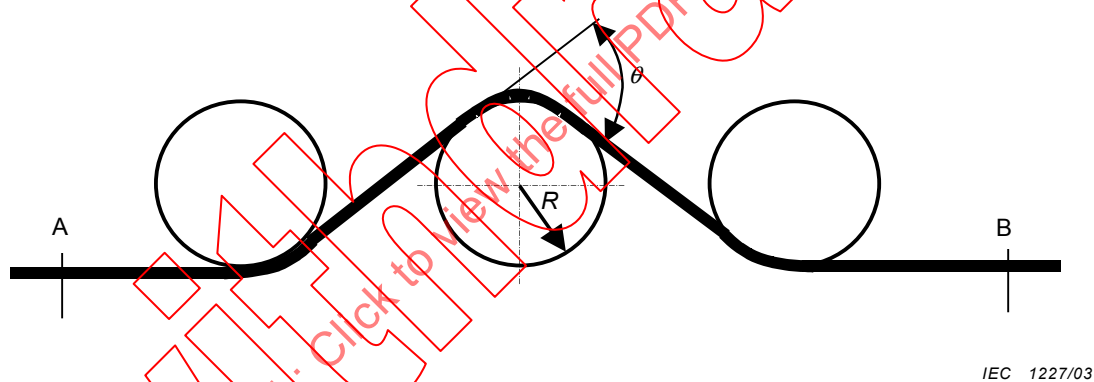
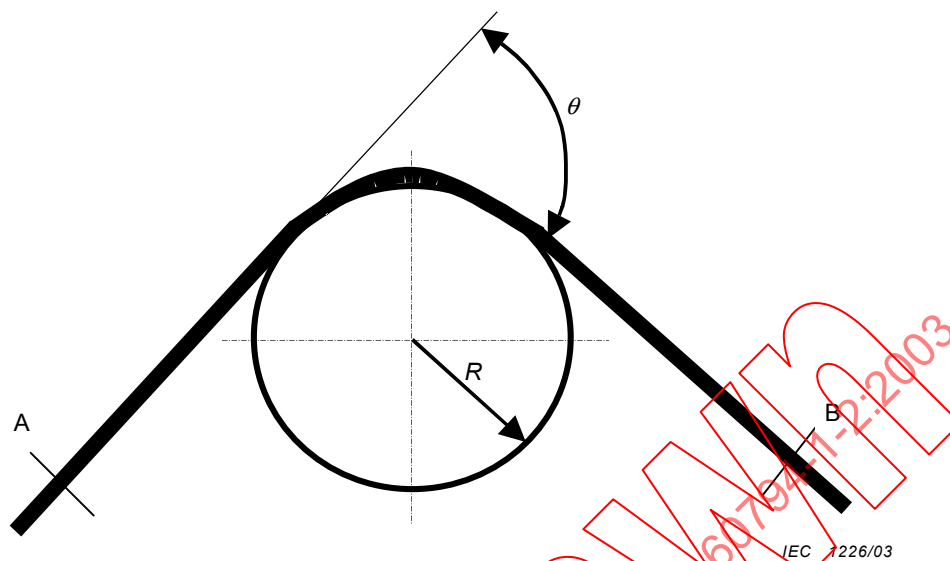
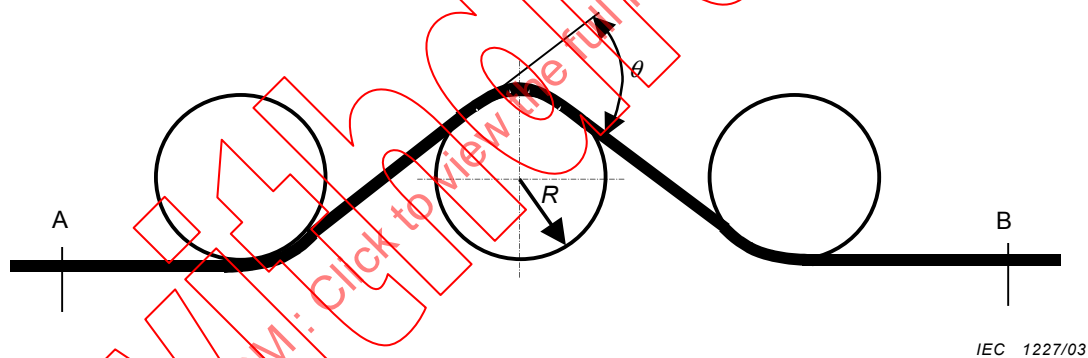


Figure 27 – Pliage partiel, plusieurs poulies

**Figure 26 – Partial-bend****Figure 27 – Partial-bend, multiple pulley**

21 Méthode E19: Vibration éolienne

21.1 Objet

Le but de cet essai est d'exposer les câbles aériens à des contraintes dynamiques semblables à celles induites par des flux de vent laminaires entraînant des vibrations sur les lignes aériennes.

21.2 Echantillon

La longueur minimale de l'échantillon à l'essai doit être de 50 m ou celle donnée dans la spécification particulière. Les extrémités du câble sont préparées pour permettre le contrôle de la puissance optique transmise à une ou plusieurs fibres (comme spécifié dans la spécification particulière) pendant l'essai. La longueur à l'essai minimale des fibres optiques doit être de 100 m. Si nécessaire, les fibres doivent être épaissies aux extrémités du câble.

21.3 Appareillage

L'appareillage d'essai doit comporter les éléments suivants:

- dispositif d'essai (un montage typique est illustré à la Figure 28);
- pot vibrant contrôlé électroniquement;
- dynamomètre, cellule dynamométrique, faisceau calibré ou autre dispositif pour mesurer la tension du câble;
- source lumineuse avec une longueur d'onde nominale de 1 550 nm conjointement avec un bolomètre lumineux, capable de mesurer la puissance optique;
- source lumineuse avec une longueur d'onde nominale de 1 550 nm conjointement avec un bolomètre lumineux, capable de mesurer la fluctuation de la puissance dans la largeur de bande de 0 Hz à 300 Hz minimum;
- OTDR, si requis dans la spécification particulière.

21.4 Procédure

Avant la mise en traction, l'échantillon à l'essai doit être préparé à ses extrémités de façon que les fibres optiques ne puissent pas bouger par rapport au câble. Un dynamomètre, une cellule dynamométrique, un faisceau calibré ou un autre dispositif doivent être utilisés pour mesurer la tension du câble. Il convient d'utiliser des moyens appropriés pour maintenir la tension constante et autoriser ainsi les fluctuations de température durant l'essai. Le câble doit être chargé à environ 15 % à 25 % de la RTS (charge de rupture assignée) ou comme indiqué dans la spécification particulière.

La portée complète entre ancrages doit être d'au moins 30 m. Il convient que la longueur de la portée active soit d'environ 20 m, avec un ensemble de suspension approprié situé approximativement aux deux tiers de la distance entre les deux ancrages d'extrémité. On peut utiliser une portée active et/ou passive plus grande. Elle doit être supportée à une hauteur telle que l'angle statique de flèche entre le câble et l'horizontale soit égal à $(1,5 \pm 0,5)^\circ$ dans la portée active.

Un dispositif approprié doit être fourni pour réaliser la mesure et la surveillance de l'amplitude de vibration d'un ventre (antinode) pour une boucle libre et non une boucle de support.

On doit utiliser un pot vibrant contrôlé électroniquement pour exciter le câble dans le plan vertical. Le châssis du pot vibrant doit être fermement fixé au câble, perpendiculairement à celui-ci dans le plan vertical. Il convient de placer le pot vibrant dans la portée de façon à créer au moins six ventres d'oscillation entre l'ensemble de suspension et le pot vibrant.

21 Method E19: Aeolian vibration

21.1 Object

The object of this test is to expose overhead cables to dynamic stresses similar to those imposed by laminar wind-flow-induced vibrations in overhead lines.

21.2 Sample

The minimum length of the test sample shall be 50 m or as given in the detail specification. The cable ends are prepared in order to allow transmitted optical power control in one or several fibres (as specified in the detail specification) during the test. The minimum test length of the optical fibres shall be 100 m. If necessary, fibres have to be spliced at the cable ends.

21.3 Apparatus

The test apparatus shall consist of the following:

- test set-up (a typical arrangement is shown in Figure 28);
- electronically controlled shaker;
- dynamometer, load cell, calibrated beam or other device to measure cable tension;
- light source with a nominal wavelength of 1 550 nm in conjunction with a light power meter, able to perform optical power measurements;
- light source with a nominal wavelength of 1 550 nm in conjunction with a light power meter, able to measure power oscillation in the bandwidth range of 0 Hz to 300 Hz minimum;
- OTDR, if required in the detail specification.

21.4 Procedure

The test sample shall be terminated at both ends prior to tensioning in such a way that the optical fibres cannot move in relation to the cable. A dynamometer, load cell, calibrated beam or other device shall be used to measure cable tension. Some means should be provided to maintain constant tension to allow for temperature fluctuations during the testing. The cable shall be loaded to approximately 15 % to 25 % of RTS (rated tensile strength) or as given in the detail specification.

The overall span between system terminations shall be a minimum of 30 m. The minimum active span should be approximately 20 m, with a suitable suspension assembly located approximately two-thirds of the distance between the two dead-end assemblies. Longer active and/or back spans may be used. The span shall be supported at a height such that the static sag angle of the cable to horizontal is $(1,5 \pm 0,5)^\circ$ in the active span.

Means shall be provided for measuring and monitoring the mid-loop (antinode) vibration amplitude at a free loop, not a support loop.

An electronically controlled shaker shall be used to excite the cable in the vertical plane. The shaker armature shall be securely fastened to the cable so it is perpendicular to the cable in the vertical plane. The shaker should be located in the span to allow for a minimum of six vibration loops between the suspension assembly and the shaker.

L'essai doit être effectué sous une ou plusieurs fréquences de résonance dans la gamme de fréquences pour les conditions venteuses données. La mesure de la vibration éolienne est normalement effectuée sous des flux de vent laminaires de 0,5 m/s à 7 m/s. Les équations (4) et (5) suivantes s'appliquent:

La fréquence de vibration f (Hz) est proportionnelle à la vitesse du vent v (m/s) et inversement proportionnelle au diamètre du câble D (m) et est donnée par la formule:

$$f = k v/D \text{ (Hz)} \quad (4)$$

où k est la constante de Strouhal (0,2 pour les câbles aériens et les conducteurs).

La longueur d'onde (λ) de vibration (égale à deux longueurs de ventre d'oscillation) est donnée par la formule:

$$\lambda = 1/f \sqrt{T/m} \text{ (m)} \quad (5)$$

où

T est la tension du câble, en newtons (N);

m est la masse/longueur unitaire, en kilogrammes par mètre (kg/m).

NOTE Si cela est prescrit à cause de la nature de la conception du câble, il convient de supprimer les contraintes initiales sur le câble. Par conséquent, dans les étapes initiales, la portée à l'essai demande une attention continue et une surveillance des paramètres de l'essai jusqu'à ce que la portée à l'essai soit stabilisée.

21.5 Prescriptions

Tout signe de dommage temporaire ou permanent du câble ou d'un de ses constituants, ou, si prescrit, une variation d'affaiblissement plus grande que la valeur spécifiée dans la spécification particulière doivent être des échecs.

21.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- caractéristiques du banc d'essai de vibration;
- longueur des portées;
- caractéristiques des dispositifs de suspension et d'ancrage utilisés;
- tension d'installation du câble, incluant les coefficients de surtension, si appliqués pendant la première phase;
- longueur du câble et des fibres essayés (caractéristiques des épissures entre fibres, si elles existent);
- longueur d'onde à laquelle la mesure optique est faite;
- mode de vibration/caractéristiques maintenus pendant l'essai;
- préparation des extrémités;
- caractéristiques de l'équipement de mesure incluant le type des dispositifs de mesure et les conditions d'injection;
- température ambiante et humidité pendant l'essai;
- masse/longueur unitaire et diamètre du câble.

The test shall be carried out at one or more resonance frequencies in the frequency range for the given wind conditions. Aeolian vibration is normally experienced under laminar wind flows of 0,5 m/s to 7 m/s. The following equations (4) and (5) apply:

The frequency of vibration f (Hz) is proportional to the wind velocity v (m/s) and inversely proportional to the cable diameter D (m) and is given by the formula:

$$f = k v/D \quad (\text{Hz}) \quad (4)$$

where k is the Strouhal constant (0,2 for aerial cables and conductors).

The wavelength (λ) of vibration (equal to two loop lengths) is given by the formula:

$$\lambda = 1/f \sqrt{T/m} \quad (\text{m}) \quad (5)$$

where

T is the cable tension, in newtons (N);

m is the mass/unit length, in kilograms per metre (kg/m).

NOTE If required due to the nature of cable design, the cable should be rid of initial stresses. Therefore, in the initial stages, the test span requires continuous attention and monitoring of the test parameters until the test span is stabilized.

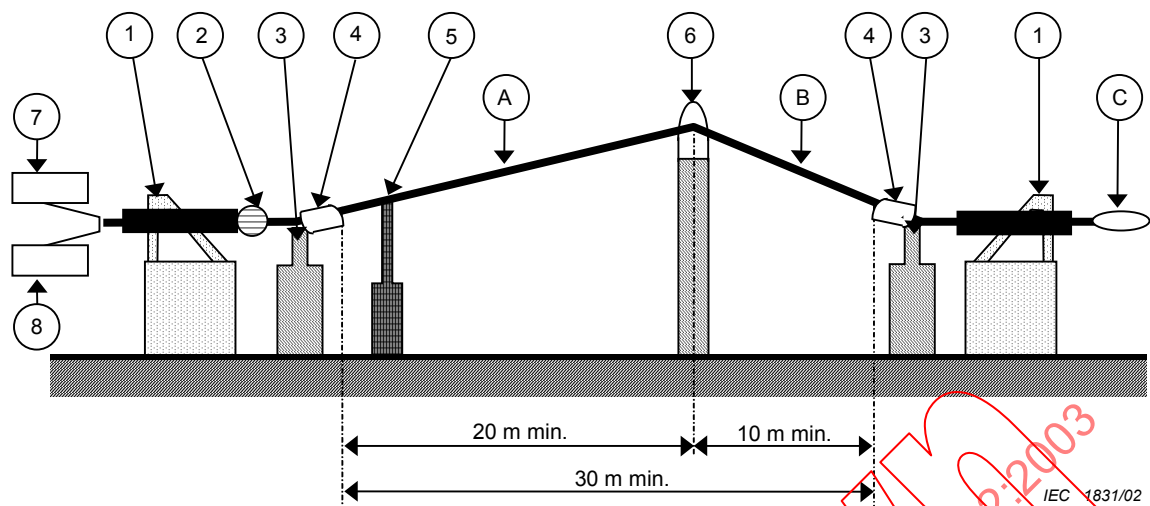
21.5 Requirements

Any sign of temporary or permanent damage to the cable or any of the component parts, or attenuation change, if required, greater than the value specified in the detail specification shall be a failure.

21.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

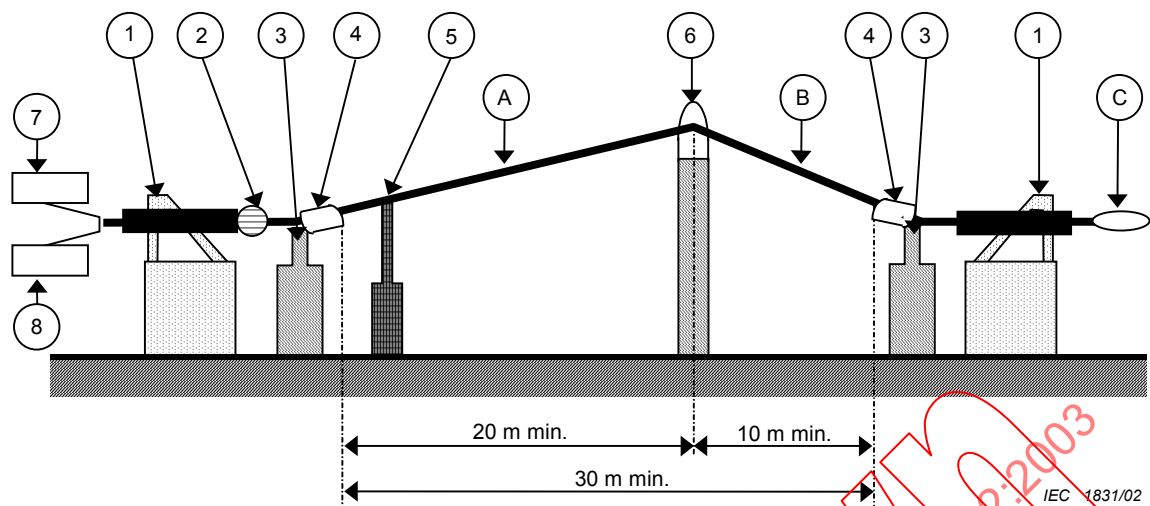
- characteristics of the vibration test stand;
- length of spans;
- characteristics of the suspension and anchoring devices used;
- cable installation tension, including any overextension coefficient, if applied during the first phase;
- length of cable and fibres tested (characteristics of the splices between fibres if they exist);
- wavelength at which optical monitoring is conducted;
- vibration mode/characteristics maintained during the test;
- preparation of ends;
- characteristics of measuring equipment, including the type of measuring sets and launching conditions;
- ambient temperature and humidity during the test;
- mass/unit length and diameter of the cable.



Légende

- | | | | |
|---|---------------------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Support d'extrémité | 7 | Dispositif de mesure - Entrée |
| 2 | Capteur de force ou dynamomètre | 8 | Dispositif de mesure - Sortie |
| 3 | Support intermédiaire | | |
| 4 | Ancrage d'extrémité | A | Portée active |
| 5 | Pot vibrant approprié | B | Portée passive |
| 6 | Ensemble de suspension | C | Epissure de fibre |

Figure 28 – Essai de vibration éolienne

**Key**

- | | | | |
|---|-----------------------|---|--------------|
| 1 | End abutment | 7 | Meter – in |
| 2 | Load cell | 8 | Meter – out |
| 3 | Intermediate abutment | A | Active span |
| 4 | Dead-end assembly | B | Back span |
| 5 | Suitable shaker | C | Fibre splice |
| 6 | Suspension assembly | | |

Figure 28 – Aeolian vibration test

22 Méthode E20: Performance d'enroulement du câble

22.1 Objet

Le but de cet essai est de démontrer la capacité d'un câble à fibres optiques armé immergé à s'enrouler et se dérouler pour les besoins de l'installation.

22.2 Echantillon

Une longueur suffisante de câble, permettant de faire un nombre spécifié de boucles (par exemple 10) au diamètre spécifié, comme convenu entre le fabricant et l'utilisateur, doit être prise sur le câble à essayer.

22.3 Appareillage

L'essai n'exige aucun appareillage excepté une surface plane assez grande pour enrouler le nombre spécifié de boucles. Le diamètre des boucles doit être en conformité avec le diamètre minimal d'enroulement spécifié.

22.4 Procédure

Sauf spécification contraire, l'essai doit s'effectuer à une température spécifiée correspondant à la température ambiante lors des conditions de chargement ou de pose.

L'échantillon doit être pris à la fin de la production du câble et être enroulé à plat sur une surface adéquate. L'extrémité de départ du câble doit être fixée pendant l'essai. Il conviendrait que l'enroulement soit effectué à partir d'une hauteur typique de la hauteur envisagée pendant la fabrication, le chargement et la pose du câble.

L'enroulement doit démarrer à un diamètre spécifié par le fabricant. Il convient que le sens d'enroulement soit celui indiqué par le fabricant.

22.5 Prescriptions

Le câble doit former un cercle régulier et rester à plat sur la surface tout le long de la circonférence. D'autres prescriptions peuvent être définies après accord entre l'utilisateur et le fabricant.

22.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- longueur de l'échantillon;
- diamètre de la boucle;
- nombre de boucles;
- température.

22 Method E20: Cable coiling performance

22.1 Object

The purpose of this test is to demonstrate the ability of an armoured underwater optical fibre cable to be coiled and uncoiled for installation purposes.

22.2 Sample

A sufficient length of cable, necessary to make a specified number of coils (for example, 10) with the specified diameter, as agreed between the manufacturer and the user, shall be taken from the cable to be tested.

22.3 Apparatus

The test requires no apparatus except a flat surface large enough to coil the specified number of coils. The diameter of coils shall be in accordance with the minimum specified coiling diameter.

22.4 Procedure

The test is to be carried out at a specified temperature corresponding to ambient temperature for shiploading and laying conditions, unless otherwise specified.

The sample shall be taken from the production end of the cable and be coiled flat on a suitable surface. The starting end of the cable shall be secured during the test. The coiling should be performed from a height typical for the height envisaged during manufacturing, loading and laying of the cable.

The coiling shall start at a diameter specified by the manufacturer. The direction of coiling should be as indicated by the manufacturer.

22.5 Requirements

The cable shall form a smooth circle and stay flat on the surface all the way around the circumference. Other requirements may be defined by agreement between the user and the manufacturer.

22.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- sample length;
- coil diameter;
- number of coils;
- temperature.

23 Méthode F1: Cycles de température

23.1 Objet

Cette méthode de mesure est applicable aux câbles à fibres optiques qui sont soumis à des essais de cycles de température afin de déterminer la stabilité de l'affaiblissement des câbles soumis à des changements de température.

Les variations de l'affaiblissement des câbles à fibres optiques qui peuvent apparaître avec les changements de température sont généralement le résultat de déformations ou de contraintes des fibres à la suite de différences entre le coefficient de dilatation thermique des fibres et les coefficients des éléments de traction du câble et du gainage. Les conditions d'essai pour les mesures en température doivent simuler les conditions les plus sévères.

Cet essai peut être utilisé soit pour le contrôle du comportement du câble dans la gamme de températures qui peut exister durant le stockage, le transport et l'utilisation, soit pour la vérification, dans une gamme de températures sélectionnée (habituellement plus étendue que celle nécessaire pour le cas précédent), de la stabilité de l'affaiblissement liée à une situation pratiquement exempte de microcourbures de la fibre dans la structure du câble.

23.2 Echantillon

L'échantillon est une longueur de fabrication ou un tronçon de longueur suffisante, comme indiqué dans la spécification particulière, mais, cependant, de longueur convenable pour obtenir la précision désirée des mesures d'affaiblissement. Il est recommandé d'essayer un nombre suffisant de fibres réparties sur la structure du câble, comme défini dans la spécification particulière.

Afin d'obtenir des résultats reproductibles, l'échantillon de câble doit être introduit dans la chambre climatique, en couronne lâche ou sur bobine.

La faculté de la ou des fibres de s'adapter à une dilatation et à une contraction différentielles (par exemple en glissant dans le câble) pourrait être influencée par le rayon de courbure du câble. De ce fait, il convient de réaliser un conditionnement de l'échantillon qui soit le plus proche possible des conditions d'utilisation normale.

Les problèmes possibles sont dus à une différence existant entre les coefficients de dilatation de l'échantillon en essai et du support (bobine, panier, plateau, etc.) qui peuvent induire, durant les cycles thermiques, un effet significatif sur le résultat d'essai, si les conditions «effet nul» ne sont pas complètement remplies.

Les paramètres ayant une influence sont principalement les détails du conditionnement, le type et le ou les matériaux du support, le diamètre de la couronne ou de la bobine échantillon, etc.

Les recommandations générales sont indiquées ci-dessous:

- a) le diamètre d'enroulement doit être suffisamment grand pour laisser à la fibre la possibilité de s'adapter à une dilatation et à une contraction différentielles. Un diamètre d'enroulement substantiellement plus grand que la valeur retenue pour la livraison du câble peut être nécessaire.
- b) tout risque de limitation de la dilatation (ou de la contraction) du câble créé par le conditionnement doit être supprimé. En particulier, il convient d'apporter un soin particulier à éviter toute tension résiduelle sur le câble durant l'essai. Par exemple, un enroulement serré sur le touret n'est pas recommandé, car il peut limiter la contraction du câble à basse température. D'autre part, un enroulement multicouche serré peut limiter la dilatation à température élevée.

23 Method F1: Temperature cycling

23.1 Object

This measuring method applies to optical fibre cables which are tested by temperature cycling in order to determine the stability behaviour of the attenuation of cables submitted to temperature changes.

Changes in the attenuation of optical fibre cables which may occur with changing temperatures are generally the result of buckling or tensioning of the fibres resulting from differences between their thermal expansion coefficient and the coefficients of the cable strength and jacketing members. Test conditions for temperature-dependent measurements shall simulate the worst conditions.

This test can be used either for monitoring cable behaviour in the temperature range which may occur during storage, transportation and usage or to check, in a selected temperature range (usually wider than that required for the above-mentioned case), the stability behaviour of the attenuation connected to a substantially microbend-free situation of the fibre within the cable structure.

23.2 Sample

The sample shall be a factory length or a sample of sufficient length as indicated in the detail specification but, nevertheless, of length appropriate to achieve the desired accuracy of attenuation measurements. A sufficient number of fibres distributed over the cable structure should be tested, as defined in the detail specification.

In order to gain reproducible values, the cable sample shall be brought into the climatic chamber as a loose coil or on a reel.

The ability of the fibre(s) to accommodate differential expansion and contraction (for example by slipping within the cable) could be influenced by the bending radius of the cable. Sample conditioning should, therefore, be realized as close as possible to normal usage conditions.

Potential problems are due to an actual difference between the expansion coefficients of the test sample and of the holder (reel, basket, plate, etc.) which can induce, during thermal cycles, a significant effect on the test result if "no effect" conditions are not completely fulfilled.

Parameters of influence are mainly the details of conditioning, the type and material(s) of the holder, the diameter of the sample coil or reel, etc.

General recommendations include the following:

- a) The winding diameter shall be large enough to keep the ability of the fibre to accommodate differential expansion and contraction. A winding diameter substantially greater than the value selected for cable delivery may be necessary.
- b) Any risk of cable expansion (or contraction) limitation created by conditioning shall be suppressed. In particular, special care should be taken to avoid residual tension on the cable during the test. For example, a tight winding on a drum is not recommended as it can limit cable contraction at low temperature. On the other hand, a tight multilayer winding can limit expansion at high temperature.

- c) L'utilisation d'un enroulement lâche est recommandé, par exemple couronnes de grand diamètre, bobines avec matelas amortisseur en couche molle ou dispositif de relâchement des contraintes, etc.

Si nécessaire, pour limiter la longueur de câble en essai, il est possible de raccorder plusieurs fibres du câble et de mesurer les fibres raccordées. Le nombre de raccordements doit rester limité et il convient qu'ils soient de préférence situés en dehors de la chambre climatique.

23.3 Appareillage

L'appareillage comprend:

- a) un système de mesure de l'affaiblissement approprié à la détermination de la variation d'affaiblissement (voir les méthodes d'essais de la CEI 60793-1-40);
- b) une chambre climatique, qui doit être telle qu'elle puisse recevoir l'échantillon (voir 22.2) et que la température puisse être réglée à ± 3 °C de la température ambiante spécifiée pour l'essai. L'exemple d'une telle chambre est donné dans l'Article 2, essai Nb, de la CEI 60068-2-14.

23.4 Procédure

- a) Mesure initiale

L'échantillon doit être examiné visuellement et une valeur de référence de l'affaiblissement à la température initiale doit être déterminée.

Les conditions de préconditionnement doivent faire l'objet d'un accord entre client et fournisseur.

- b) Conditionnement

- 1) L'échantillon, qui est à la température ambiante, doit être introduit dans la chambre climatique, celle-ci étant également à la température ambiante.
- 2) La température dans la chambre doit ensuite être abaissée jusqu'à la température basse convenable T_A , à la vitesse de refroidissement appropriée.
- 3) Lorsque la stabilité de la température dans la chambre est atteinte, l'échantillon doit être exposé aux conditions de basse température pendant la durée t_1 qui convient.
- 4) La température dans la chambre doit ensuite être élevée jusqu'à la température haute T_B qui convient, à la vitesse de chauffe appropriée.
- 5) Lorsque la stabilité de la température dans la chambre est atteinte, l'échantillon doit être exposé aux conditions de haute température pendant la durée t_1 qui convient.
- 6) La température dans la chambre doit ensuite être abaissée jusqu'à la température ambiante, à la vitesse de refroidissement appropriée. Cette procédure constitue un cycle (voir Figure 29).
- 7) L'échantillon doit être soumis à deux cycles, sauf prescription contraire dans la spécification particulière correspondante.
- 8) La spécification particulière correspondante doit indiquer:
 - i) la variation de l'affaiblissement et les contrôles pendant le conditionnement,
 - ii) la ou les périodes après lesquelles les contrôles doivent être effectués.
- 9) Avant retrait de la chambre, l'échantillon en essai doit avoir atteint la stabilité thermique à la température ambiante.

- c) the use of loose winding is recommended, for example large diameter coils, cushioned reels with a soft layer or zero tension facility device, etc.

When necessary, in order to limit the length of the cable under test, it is permissible to connect several fibres of the cable and to measure the connected fibres. The number of connections shall be limited and they should be located outside the climatic chamber.

23.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a) an appropriate attenuation measuring apparatus for the determination of attenuation change (see the test methods of IEC 60793-1-40);
- b) a climatic chamber of a suitable size to accommodate the sample (see 22.2) and whose temperature shall be controllable to remain within ± 3 °C of the specified testing temperature. One example of a suitable chamber is given in Clause 2, test Nb, of IEC 60068-2-14.

23.4 Procedure

- a) Initial measurement

The sample shall be visually inspected and a basic value for attenuation at the initial temperature shall be determined.

Pre-conditioning conditions shall be agreed between customer and supplier.

- b) Conditioning

- 1) The sample at ambient temperature shall be introduced into the climatic chamber which is also at that temperature.
- 2) The temperature in the chamber shall then be lowered to the appropriate low temperature T_A at the appropriate rate of cooling.
- 3) After temperature stability in the chamber has been reached, the sample shall be exposed to the low temperature conditions for the appropriate period t_1 .
- 4) The temperature in the chamber shall then be raised to the appropriate high temperature T_B at the appropriate rate of heating.
- 5) After temperature stability in the chamber has been reached, the sample shall be exposed to the high temperature conditions for the appropriate period t_1 .
- 6) The temperature in the chamber shall then be lowered to the value of the ambient temperature at the appropriate rate of cooling. This procedure constitutes one cycle (see Figure 29).
- 7) The sample shall be subjected to two cycles unless otherwise required in the relevant detail specification.
- 8) The relevant detail specification shall state:
 - i) the change of attenuation and inspection checks during conditioning,
 - ii) the period(s) after which checks are to be carried out.
- 9) Before removal from the chamber, the sample under test shall have reached temperature stability at ambient temperature.

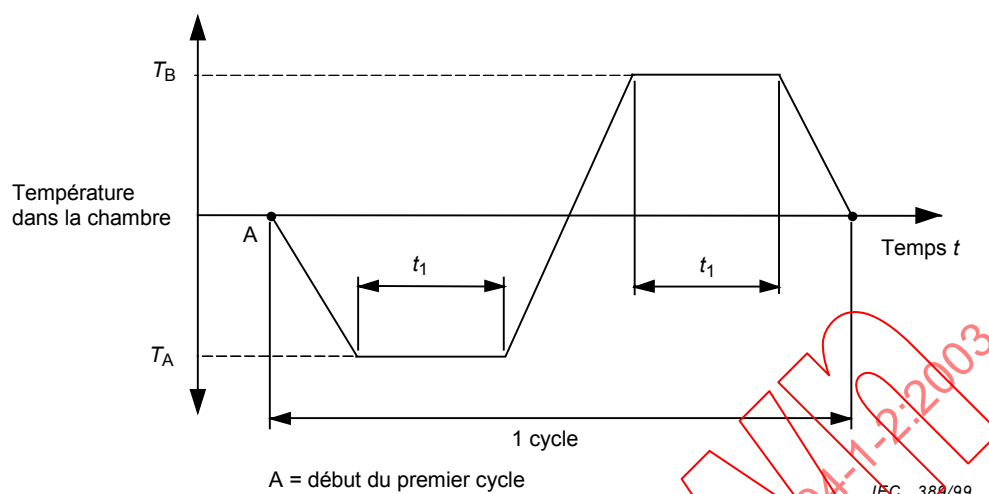


Figure 29 – Procédure en un cycle

- 10) Si la spécification particulière correspondante indique différentes gammes de températures pour le stockage et l'utilisation, il est permis, conformément à la Figure 30, d'effectuer une procédure d'essai combiné à la place de deux essais différents.

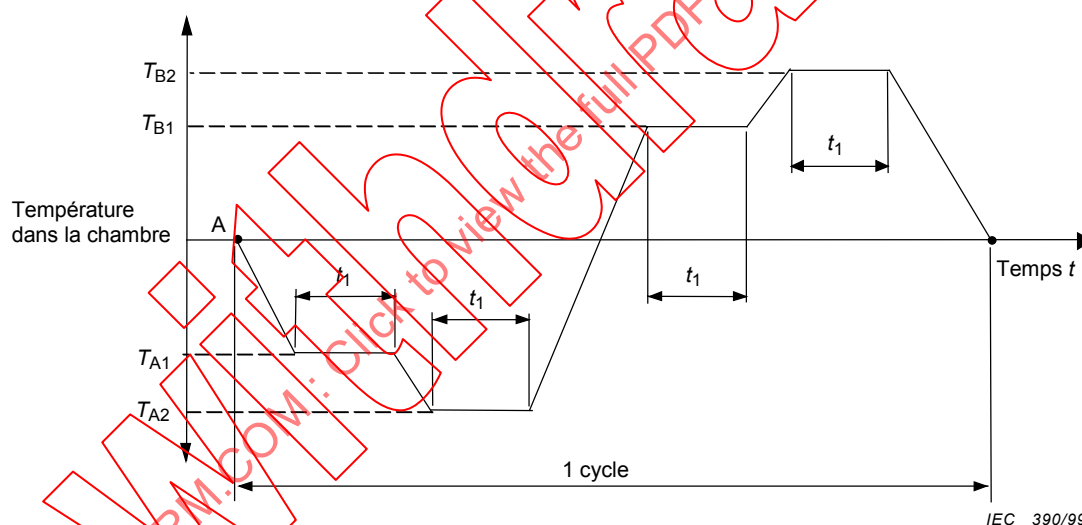


Figure 30 – Procédure d'essai combiné

- 11) Les valeurs de T_A , T_B et t_1 et la vitesse de refroidissement (ou d'échauffement) doivent être indiquées dans la spécification particulière.

En fonction de la construction du câble, la température de l'âme du câble peut différer de celle de la chambre climatique.

c) Reprise

- 1) Si la température ambiante ne correspond pas aux conditions atmosphériques normales à appliquer pour essai après retrait de la chambre, l'échantillon doit pouvoir atteindre la stabilité thermique à ces dernières conditions.
- 2) La spécification particulière correspondante peut prescrire une période spécifique de reprise pour un type donné d'échantillon.

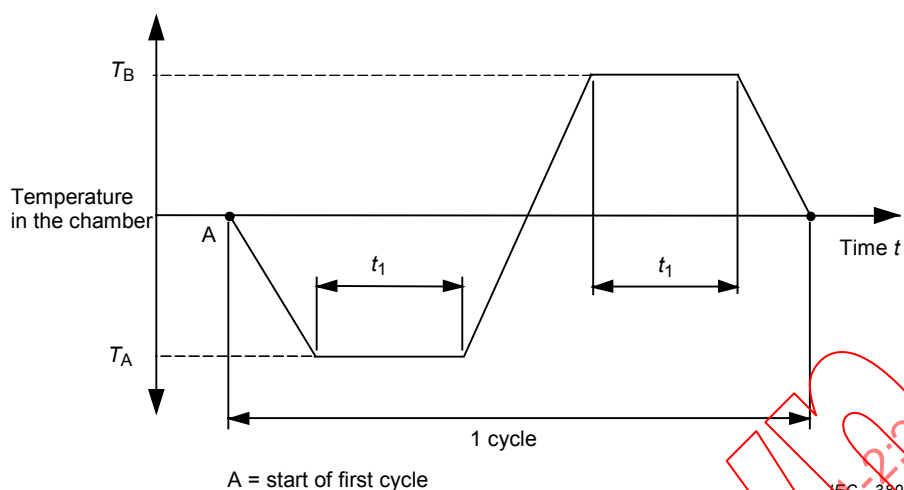


Figure 29 – One cycle procedure

- 10) If the relevant detail specification indicates different temperature ranges for storage and usage, instead of two different tests, a combined test procedure is allowed in accordance with Figure 30.

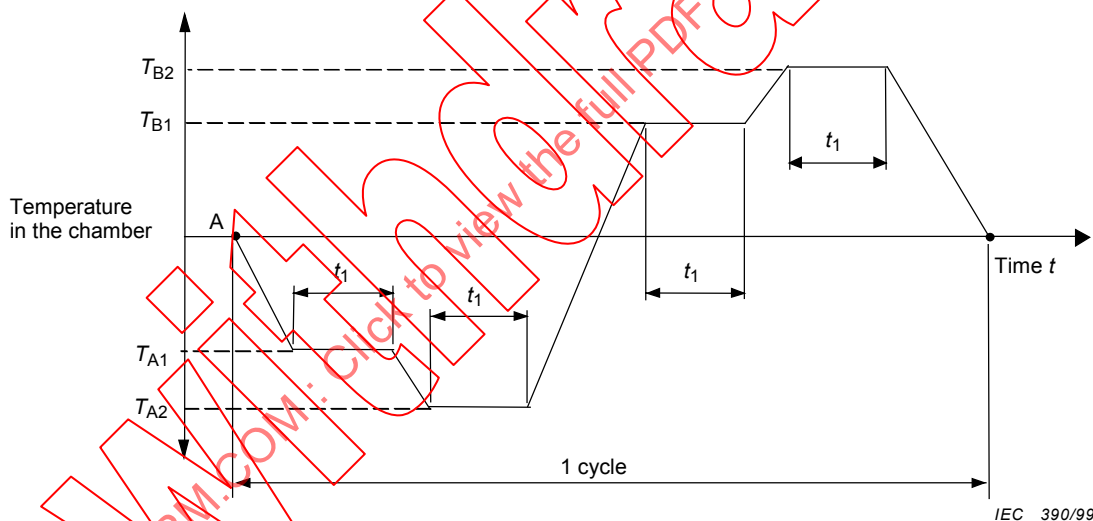


Figure 30 – Combined test procedure

- 11) The values of T_A , T_B and t_1 and the rate of cooling (or heating) shall be specified in the detail specification.

Depending on the cable construction, the temperature of the cable core could differ from the temperature of the climatic chamber.

c) Recovery

- 1) If the ambient temperature is not the standard atmospheric condition to be used for testing after removal from the chamber, the sample shall be allowed to attain temperature stability at this latter condition.
- 2) The relevant detail specification may call for a specific recovery period for a given type of sample.

23.5 Prescriptions

Les critères d'acceptation pour l'essai doivent être ceux indiqués dans la spécification particulière. Les modes de défaillance typiques incluent la perte de continuité optique, la dégradation du facteur de transmission optique et des dommages physiques affectant le câble.

23.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) longueur de l'échantillon de câble;
- b) nombre de fibres;
- c) longueur de la fibre soumise aux essais;
- d) type de connexion entre fibres (le cas échéant);
- e) type d'enroulement:
 - 1) couronne, bobine, autre (indiquer, en cas de bobine avec matelas amortisseur, le type d'amortisseur et le matériau utilisé),
 - 2) diamètre d'enroulement,
 - 3) enroulement à couche unique ou multicouches,
 - 4) tension d'enroulement et dispositif de tension zéro (le cas échéant);
- f) type d'équipement de mesure;
- g) conditions d'injection;
- h) schéma de cycle de température¹⁾;
- i) nombre de cycles;
- j) niveau d'humidité à chaque extrême de température (le cas échéant);
- k) variation d'affaiblissement à une longueur d'onde spécifiée en fonction des cycles de température¹⁾.

¹⁾ Il convient que le cycle de température et la variation de l'affaiblissement soient enregistrés.

23.5 Requirements

The acceptance criteria for the test shall be as stated in the detail specification. Typical failure modes include loss of optical continuity, degradation of optical transmittance or physical damage to the cable.

23.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) cable sample length;
- b) number of fibres;
- c) length of the fibre under test;
- d) type of connection between fibres (if any);
- e) type of winding:
 - 1) coil, reel, other (to be stated, in case of a cushioned reel, the type of cushioning and material used),
 - 2) winding diameter,
 - 3) single or multilayer,
 - 4) winding tension and zero tension facility device (if any);
- f) type of measurement equipment;
- g) launching conditions;
- h) temperature cycle diagram¹⁾;
- i) number of cycles;
- j) humidity levels at each temperature extreme (if any);
- k) change of attenuation at a specified wavelength as a function of temperature cycling⁴⁾

⁴⁾ Temperature cycle and change of attenuation should be recorded.

24 Méthode F3: Intégrité de la gaine

Cette procédure de mesure est à l'étude.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

24 Method F3: Sheath integrity

This measurement procedure is under consideration.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

Withdrawing

25 Méthode F5: Pénétration d'eau

25.1 Objet

Cet essai s'applique aux câbles soumis continûment à la propagation longitudinale de l'eau. Il a pour objet de déterminer l'aptitude d'un câble à bloquer la pénétration d'eau le long d'un tronçon de longueur spécifiée.

La conformité doit être vérifiée sur des échantillons de câble en utilisant l'une des deux méthodes suivantes (F5A ou F5B), comme indiqué dans la spécification particulière. Les essais selon la méthode F5A concernent la pénétration d'eau entre les interstices extérieurs du cœur optique et la gaine externe, les essais selon la méthode F5B concernent la pénétration d'eau sur l'ensemble de la section conçue pour être à l'épreuve de l'eau.

25.2 Echantillon

25.2.1 Méthode F5A

Une portion circonférentielle de la gaine et du revêtement, de 25 mm de large, doit être enlevée à 3 m d'une extrémité d'une longueur d'échantillon de câble et un manchon étanche doit être appliqué sur l'âme dénudée de manière à relier les bords de la coupure dans la gaine et permettre l'application d'une hauteur d'eau de 1 m.

25.2.2 Méthode F5B

La longueur de l'échantillon de câble dépasse de 1 m la longueur à essayer qui ne doit pas excéder 3 m. Si nécessaire, l'échantillon est soumis à la procédure de pliage selon 14.4.2. Une longueur de câble de 3 m maximum doit être alors prélevée sur la portion centrale de l'échantillon. Un manchon étanche doit être appliqué à une extrémité de l'échantillon pour permettre l'application d'une hauteur d'eau de 1 m.

NOTE Pour les câbles armés dont l'armure n'est pas conçue pour bloquer l'eau, il est permis d'enlever l'armure avant l'application du manchon.

25.3 Appareillage

Des montages d'essai sont représentés à la Figure 31.

25.4 Procédure

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, l'échantillon doit être placé sur un support horizontalement et on doit appliquer une hauteur d'eau de 1 m, pendant 24 h, à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Il est admis d'utiliser une solution fluorescente soluble dans l'eau ou tout autre colorant adapté pour aider à la détection des suintements. Veiller à choisir une solution fluorescente ne réagissant avec aucun des composants du câble.

25.5 Prescriptions

On ne doit pas détecter d'eau à l'extrémité non scellée de l'échantillon. Si on utilise une solution fluorescente, il est permis d'utiliser la lumière ultraviolette pour l'examen.

NOTE La procédure d'essai mentionnée ci-dessus est une prescription de conformité de base et est applicable pour les essais de série; des échantillons d'une longueur plus faible peuvent être essayés pendant une période plus courte.

25 Method F5: Water penetration

25.1 Object

This test applies to continuously water-blocked cables. The purpose is to determine the ability of a cable to block water migration along a specified length.

Compliance shall be checked on samples of cable using one of the two following methods (F5A or F5B), as stated in the detail specification. Method F5A tests for water migration between the outer interstices of the optical core and the outer sheath, whereas method F5B tests for water migration over the entire cross-section designed to be water-blocked.

25.2 Sample

25.2.1 Method F5A

A circumferential portion of sheath and wrapping 25 mm wide shall be removed 3 m from one end of a sample length of cable and a watertight sleeve shall be applied over the exposed core so as to bridge the gap in the sheath and allow a 1 m height of water to be applied.

25.2.2 Method F5B

A cable sample 1 m longer than the length to be tested, which shall not exceed 3 m is used. If required, the sample is submitted to the bending procedure according to 14.4.2. A maximum cable length of 3 m shall then be taken from the central portion of the sample. A watertight seal shall be applied to one end of the sample to allow a 1 m height of water to be applied.

NOTE For armoured cables where the armour is not designed to be water-blocked, the armour may be removed before the application of the seal.

25.3 Apparatus

Suitable test arrangements are shown in Figure 31.

25.4 Procedure

Unless otherwise specified in the detail specification, the sample shall be supported horizontally and a 1 m height of water shall be applied for 24 h, at a temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

A water soluble fluorescent dye or other suitable colouring agent may be used to aid in the detection of water seepage. Care should be taken in choosing a fluorescent dye that does not react with any of the cable components.

25.5 Requirements

No water shall be detected at the unsealed end of the sample. If a fluorescent dye is used, an ultraviolet light may be used for the examination.

NOTE The test procedure mentioned above is a basic compliance requirement and for routine tests; samples of shorter length may be tested for a shorter time.

25.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) méthode utilisée et section essayée;
- b) procédure de pliage appliquée, le cas échéant;
- c) quantité et type de solution colorante, le cas échéant.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

Withdrawn

25.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) method used and cross-section tested;
- b) bending procedure applied, where applicable;
- c) quantity and type of dye, where applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

Withdawn

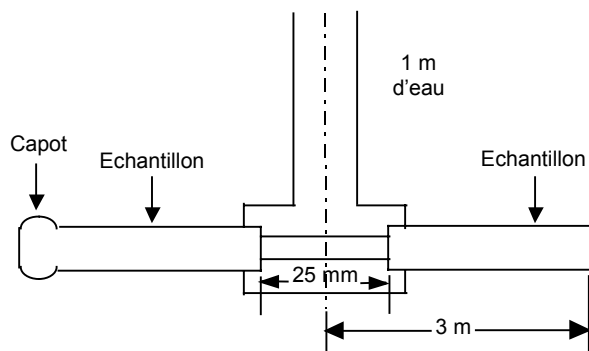


Figure 31a – Méthode F5-A

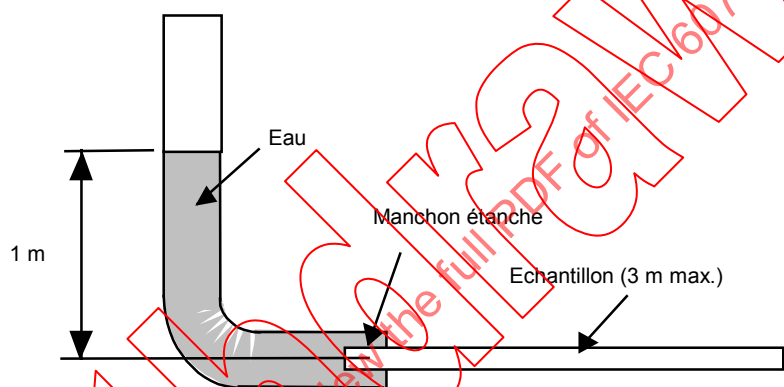


Figure 31b – Méthode F5-B

Figure 31 – Essai de pénétration d'eau

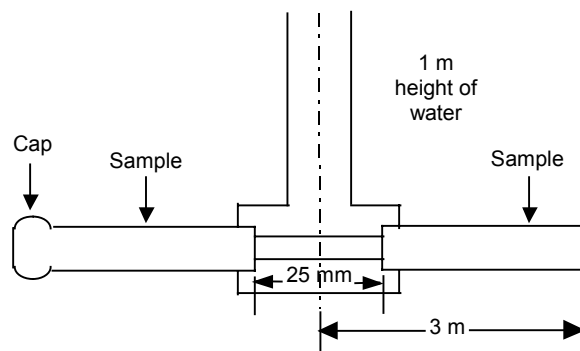


Figure 31a – Method F5-A

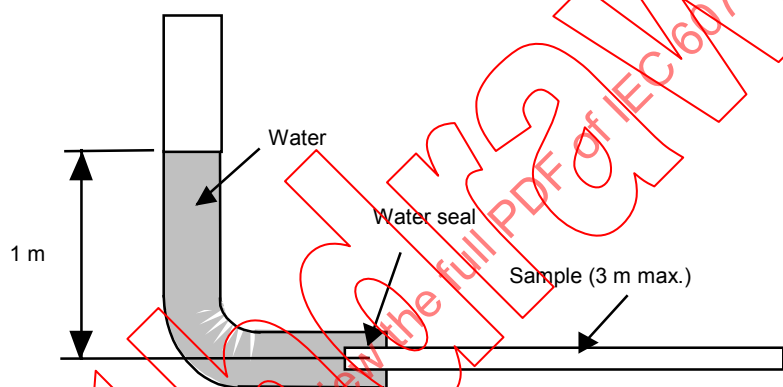


Figure 31b – Method F5-B

Figure 31 – Water penetration test

26 Méthode F7: Rayonnement nucléaire

26.1 Données de base

L'exposition de câbles à fibres optiques à un rayonnement nucléaire peut causer une modification de l'affaiblissement des fibres et une modification des caractéristiques physiques des matériaux utilisés dans la construction du câble.

L'affaiblissement des fibres optiques câblées et non câblées augmente généralement lorsqu'elles sont exposées au rayonnement, cela étant principalement dû à l'emprisonnement des électrons radiolytiques et à des trous aux emplacements défectueux du verre. L'exposition des matériaux polymères au rayonnement produit généralement une dégradation des propriétés telles que la résistance à la traction, l'allongement à la rupture et la résistance aux chocs dans la mesure où le matériau devient cassant (bien que certains matériaux puissent montrer une amélioration initiale à des niveaux relativement bas d'exposition en raison de la réticulation).

Dans des cas spéciaux où l'environnement en service du câble comprend une exposition au rayonnement nucléaire, par exemple, pour des applications militaires et pour des câbles utilisés dans certaines zones de centrales nucléaires et de laboratoires nucléaires, des fibres et de matériaux avec une réponse appropriée au rayonnement peuvent être choisis, et des constructions de câbles incorporant des gaines métalliques ou des écrans composites peuvent être envisagées.

26.2 Procédures de mesure

a) Fibres

Pour la réponse au rayonnement des fibres, y compris les fibres câblées, utiliser la méthode du rayonnement nucléaire de la CEI 60793-1-5.

b) Matériaux

Pour la réponse au rayonnement des matériaux, utiliser la méthodologie donnée dans la CEI 60544.

26 Method F7: Nuclear radiation

26.1 Background

Exposure of optical fibre cables to nuclear radiation can cause a change in the attenuation of the fibres and a change in the physical characteristics of the materials used in the cable construction.

The attenuation of cabled and uncabled optical fibres generally increases when exposed to radiation, due mainly to the trapping of radiolytic electrons and holes at defect sites in the glass. Exposure of polymeric materials to radiation generally produces a degradation in properties such as tensile strength, elongation at break and impact performance, as the material becomes brittle (although some materials can show an initial improvement at relatively low levels of exposure due to crosslinking).

In special cases where the cable operational environment includes exposure to nuclear radiation, e.g. military applications and cables for use in certain areas in nuclear power stations and nuclear laboratories, fibres and materials with an appropriate radiation response can be chosen, and cable constructions incorporating metal sheaths or composite screens can be considered.

26.2 Measurement procedures

a) Fibres

For the radiation response of fibres, including cabled fibres, use the nuclear radiation method of IEC 60793-1-54.

b) Materials

For the radiation response of materials, use the methodology given in IEC 60544.

27 Méthode F8: Résistance pneumatique

27.1 Objet

Cet essai ne s'applique qu'aux câbles non remplis qui sont protégés par pressurisation gazeuse. Le but est de mesurer la résistance pneumatique de tels câbles.

27.2 Echantillon

L'échantillon de câble fini doit être d'une longueur suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

27.3 Appareillage

L'appareillage comprend:

- a) un équipement pneumatique pour fournir une pression d'air régulée à l'échantillon;
- b) un débitmètre;
- c) un baromètre;
- d) un thermomètre.

27.4 Procédure

La température ambiante et la pression barométrique doivent être mesurées.

La longueur de câble fini doit avoir une extrémité reliée à un flux continu d'air sec provenant d'une source de pression régulée fournissant de l'air d'une sécheresse de 5 % HR ou mieux, à 20 °C. L'autre extrémité du câble doit être exposée librement à l'air.

La pression appliquée à travers le câble doit être de 62 kPa avec une tolérance relative de ± 2 % et le flux d'air continu doit être enregistré en utilisant un débitmètre étalonné à ± 10 %. Il est permis d'appliquer d'autres pressions en conformité avec des prescriptions utilisateur spécifiques et indiquées dans la spécification particulière.

Seules les voies d'air allant à l'intérieur de la gaine doivent être utilisées dans la mesure.

Une seconde mesure doit être effectuée en inversant la direction du flux d'air et les résultats doivent être enregistrés séparément.

La résistance pneumatique est déduite de la formule suivante:

$$\text{Résistance pneumatique} = \frac{3\,720}{f \cdot L} \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^3 \cdot \text{m}$$

où

L est la longueur d'échantillon, en mètres (m);

f est le débit, en mètres cubes par seconde (m^3/s).

27.5 Prescription

La résistance pneumatique doit être en conformité avec la valeur maximale donnée dans la spécification particulière.

27.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) résistance pneumatique maximale;
- b) longueur de l'échantillon;
- c) pression, si elle est autre que 62 kPa.

27 Method F8: Pneumatic resistance

27.1 Object

This test applies only to unfilled cables which are protected by gas pressurisation. The purpose is to measure the pneumatic resistance of such cables.

27.2 Sample

The sample of finished cable shall have a length sufficient to carry out the test specified.

27.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a) pneumatic equipment to supply a regulated pressure of air to the sample;
- b) a flow-meter;
- c) a barometer;
- d) a thermometer.

27.4 Procedure

The ambient temperature and barometric pressure shall be measured.

The length of finished cable shall have one end connected to a steady state flow of dry air supplied by a pressure regulated source providing air with a dryness of 5 % RH or better, at 20 °C. The other end of the cable shall be open to the atmosphere.

The pressure applied across the cable shall be 62 kPa with a relative tolerance of ± 2 % and the steady state air flow shall be recorded using a flow-meter calibrated to ± 10 %. Other pressures may be applied in accordance with particular user requirements and specified in the detail specification.

Only those air paths which access the interior of the sheath shall be used in the measurement.

A second measurement shall be made with the air flow direction reversed and the results shall be recorded separately.

The pneumatic resistance is derived from the following formula:

$$\text{Pneumatic resistance} = \frac{3\,720}{f \cdot L} \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^3 \cdot \text{m}$$

where

L is the sample length, in metres (m);

f is the flow, in cubic metres per second (m^3/s).

27.5 Requirement

The pneumatic resistance shall comply with the maximum value given in the detail specification.

27.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) maximum pneumatic resistance;
- b) sample length;
- c) pressure, if different from 62 kPa.

28 Méthode F9: Vieillissement

Cette procédure de mesure est à l'étude.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

28 Method F9: Ageing

This measurement procedure is under consideration.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60794-1-2:2003

Withdrawing

29 Méthode F10: Résistance à la pression hydrostatique du câble immergé

29.1 Objet

Le but de cet essai est de déterminer la capacité d'un câble à fibre optique immergé à résister à la pression hydrostatique, par la mesure de l'affaiblissement ou par le contrôle des variations du facteur de transmission optique.

29.2 Echantillon

L'échantillon doit être d'une longueur suffisante pour sortir de chaque extrémité de la chambre de pression tubulaire.

29.3 Appareillage

L'appareillage d'essai doit comporter les éléments suivants:

- a) un appareil de mesure d'affaiblissement approprié pour la détermination de la variation d'affaiblissement (voir procédure d'essai de la CEI 60793-1-40 ou de la CEI 60793-1-46);
- b) une chambre de pression tubulaire. La taille de la chambre de pression tubulaire doit être suffisante pour recevoir la longueur minimale exigée dans la spécification particulière.

29.4 Procédure

L'essai doit être effectué à température ambiante. La pression doit être maintenue durant 24 h, ou durant une période convenue entre l'utilisateur et le fabricant.

Le câble doit être installé dans la chambre de pression. La pression d'eau dans la chambre de pression durant l'essai doit être 1,1 fois supérieure à la pression de l'eau sur le fond marin où le câble doit être installé.

L'affaiblissement doit être mesuré avant, pendant et après l'essai.

NOTE Il convient de prendre des précautions particulières pour que les extrémités scellées du tube n'affectent pas les résultats.

29.5 Prescriptions

Sauf avis contraire spécifié dans la spécification particulière, il ne doit pas y avoir d'augmentation de l'affaiblissement pendant ou après l'essai.

D'autres prescriptions peuvent être prises après accord entre le fabricant et l'utilisateur.

29.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit inclure les informations suivantes:

- la longueur de l'échantillon;
- la pression;
- la période d'application de la pression.

29 Method F10: Underwater cable resistance to hydrostatic pressure

29.1 Object

The purpose of this test is to determine the ability of an underwater optical fibre cable to withstand hydrostatic pressure, by measuring the attenuation or by monitoring of changes in optical transmission.

29.2 Sample

The sample shall be of a sufficient length to be terminated outside each end of the pressure tube vessel.

29.3 Apparatus

The test apparatus shall consist of the following:

- a) appropriate attenuation measuring apparatus for determination of attenuation change (see test procedure of IEC 60793-1-40 or IEC 60793-1-46);
- b) pressure tube vessel. The size of the pressure tube vessel shall be sufficient to accommodate the minimum length required by the detail specification.

29.4 Procedure

The test is to be carried out at ambient temperature. The pressure shall be maintained for 24 h, or a period agreed between the user and the manufacturer.

The cable shall be installed in the pressure vessel. The water pressure in the pressure vessel during the test shall be 1,1 times higher than the water pressure at the seabed where the cable shall be installed.

The attenuation shall be measured before, during and after the test.

NOTE Special care should be taken for the tube ends sealed not to affect the results.

29.5 Requirements

Unless otherwise specified in the detail specification, there shall be no increase in attenuation during or after the test.

Other requirements may be agreed between the manufacturer and the user.

29.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following information:

- sample length;
- pressure;
- period of application of pressure.

30 Méthode G1: Pliage des éléments de câble

30.1 Objet

Cet essai a pour but de caractériser les éléments de câble à des fins d'épissurage en déterminant l'augmentation de l'affaiblissement d'un élément optique lové dans une protection d'épissure ou un dispositif similaire.

30.2 Echantillon

La longueur de l'échantillon d'élément optique doit être suffisante pour effectuer l'essai spécifié.

30.3 Appareillage

L'appareillage comprend:

- a) un mandrin ayant une surface lisse d'un diamètre indiqué dans la spécification particulière;
- b) un appareillage de mesure de l'affaiblissement (voir CEI 60793-1-40).

30.4 Procédure

L'élément à essayer doit être enroulé de manière lâche sur le mandrin; le nombre de tours doit être indiqué dans la spécification particulière.

Pour mesurer l'augmentation de l'affaiblissement causée par le pliage, il convient de tenir compte de l'affaiblissement intrinsèque de la fibre.

30.5 Prescriptions

Toute augmentation de l'affaiblissement doit être conforme aux limites données dans la spécification particulière.

30.6 Détails à spécifier

La spécification particulière doit indiquer les éléments suivants:

- a) longueur d'onde d'essai optique;
- b) diamètre du mandrin;
- c) nombre de tours;
- d) appareillage et technique de mesure de l'affaiblissement;
- e) température.

30 Method G1: Bend test for cable elements

30.1 Object

The purpose of this test is to characterize cable elements for splicing purposes by determining the attenuation increase of an optical element when bent within a splice closure or similar device.

30.2 Sample

The length of the sample of optical element shall be sufficient to carry out the testing specified.

30.3 Apparatus

The apparatus consists of:

- a) a mandrel having a smooth surface with diameter as stated in the detail specification;
- b) an attenuation measuring apparatus (see IEC 60793-1-40).

30.4 Procedure

The element to be tested shall be loosely wound on the mandrel; the number of turns shall be stated in the detail specification.

In order to measure the attenuation increase caused by bending, allowance should be made for the intrinsic attenuation of the fibre.

30.5 Requirements

Any increase in attenuation shall comply with the limits shown in the detail specification.

30.6 Details to be specified

The detail specification shall include the following:

- a) optical test wavelength;
- b) diameter of the mandrel;
- c) number of turns;
- d) apparatus and attenuation measuring technique;
- e) temperature.