

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
793-1**

1989

**AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1**

1991-05

---

---

**Amendement 1**

**Fibres optiques**

**Première partie:  
Spécification générique**

**Amendment 1**

**Optical fibres**

**Part 1:  
Generic specification**

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

**PRÉFACE**

**Le présent amendement a été établi par le Sous-Comité 86A: Fibres et câbles, du Comité d'Études n° 86 de la CEI: Fibres optiques.**

**Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:**

| <b>Règle des Six Mois</b> | <b>Rapports de vote</b> |
|---------------------------|-------------------------|
| 86A(BC)59                 | 86A(BC)75               |
| 86A(BC)61                 | 86A(BC)77               |
| 86A(BC)66                 | 86A(BC)82               |
| 86A(BC)67                 | 86A(BC)83               |
| 86A(BC)68                 | 86A(BC)89               |
| 86A(BC)69                 | 86A(BC)84               |
| 86A(BC)70                 | 86A(BC)85               |
| 86A(BC)71                 | 86A(BC)86               |
| 86A(BC)72                 | 86A(BC)87               |
| 86A(BC)73                 | 86A(BC)88               |
| 86A(BC)74                 | 86A(BC)90               |

**Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.**

**Page 4**

**SOMMAIRE**

**43 Méthode CEI 793-1-C6 – Répartition de la lumière en champ lointain ...**

**Page 62**

**TABLEAU IV**

**Essai  
Répartition de la lumière en champ lointain**

**Page 116**

**43 Méthode CEI 793-1-C6 – Répartition de la lumière en champ lointain**

**Aux pages susmentionnées, lire: Ouverture numérique – Répartition de la lumière en champ lointain, au lieu de: Répartition de la lumière en champ lointain.**

## PREFACE

This amendment has been prepared by Sub-committee 86A: Fibres and cables, of IEC Technical Committee No. 86: Fibre optics.

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

| Six Month's Rule | Reports on Voting |
|------------------|-------------------|
| 86A(CO)59        | 86A(CO)75         |
| 86A(CO)61        | 86A(CO)77         |
| 86A(CO)66        | 86A(CO)82         |
| 86A(CO)67        | 86A(CO)83         |
| 86A(CO)68        | 86A(CO)89         |
| 86A(CO)69        | 86A(CO)84         |
| 86A(CO)70        | 86A(CO)85         |
| 86A(CO)71        | 86A(CO)86         |
| 86A(CO)72        | 86A(CO)87         |
| 86A(CO)73        | 86A(CO)88         |
| 86A(CO)74        | 86A(CO)90         |

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

Page 5

## CONTENTS

43 Method IEC 793-1-C6 – Far field light distribution ...

Page 63

## TABLE IV

Test  
Far field light distribution

Page 117

43 Method IEC 793-1-C6 – Far field light distribution

*In the above-mentioned pages, read: Numerical aperture – Far-field light distribution instead of: Far field light distribution.*

Page 64

## 29 Affaiblissement

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

L'affaiblissement est une mesure de la diminution de la puissance optique dans une fibre. Il dépend de la nature et de la longueur de la fibre et est également influencé par les conditions de mesure.

Des conditions d'injection non maîtrisées excitent normalement des modes de fuite d'ordre supérieur qui provoquent des pertes transitoires et entraînent un affaiblissement qui n'est pas proportionnel à la longueur de la fibre. Des conditions d'injection maîtrisées produisant une répartition des modes à l'état stable, conduisent à un affaiblissement proportionnel à la longueur de la fibre. Dans de telles conditions d'état stable, une valeur d'affaiblissement linéique de la fibre peut être déterminée et les affaiblissements de fibres raccordées s'additionnent de manière linéaire.

Page 64

## 31 Description des méthodes de mesure de l'affaiblissement

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

Trois méthodes sont décrites ci-après pour les mesures d'affaiblissement:

### a) Méthode de la fibre coupée

Cette méthode est l'application directe de la définition de l'affaiblissement où les niveaux de puissance  $P_1$  et  $P_2$  sont mesurés à deux points des fibres sans modification des conditions d'entrée.  $P_2$  est la puissance émise à la fin du guide et  $P_1$  celle qui est émise près de l'entrée après coupure de la fibre.

Le principe de la mesure ne permet pas de fournir une indication quant au comportement de l'affaiblissement le long de la fibre. Il rend également difficile la mesure des variations de l'affaiblissement sous l'effet de conditions variables. Mais, dans des conditions données, cette méthode fournit la mesure la plus précise de l'affaiblissement, répondant strictement à la définition de celui-ci. Dans certaines circonstances, la nature destructive de cette méthode est un inconvénient.

### b) Méthode des pertes d'insertion

Cette méthode est en principe similaire à la méthode de la fibre coupée, mais  $P_1$  est la puissance émise à la sortie du système d'injection. La valeur mesurée de l'affaiblissement de la fibre en essai, prenant en compte l'influence du montage de mesure, doit être corrigée de la perte du raccordement supplémentaire en se reportant à l'affaiblissement de la longueur de fibre de référence.

Cette méthode en permet pas non plus d'analyser l'affaiblissement le long de la fibre, mais par suite de la connaissance préalable de la puissance  $P_1$ , il est possible avec cette méthode, de mesurer de manière continue la variation de l'affaiblissement en fonction de modifications des conditions d'environnement telles que la température ou la force appliquée.

Cette méthode est également appropriée à la mesure de câbles équipés de connecteurs.

Page 65

## 29 Attenuation

*Delete the existing text and replace by the following:*

Attenuation is a measure of the decreasing optical power in a fibre. It depends on the nature and length of the fibre and is also affected by measurement conditions.

Uncontrolled launching conditions normally excite higher order lossy modes that produce transient losses and result in attenuation that is not proportional to the length of the fibre. A controlled steady state launching condition yields attenuation that is proportional to the fibres length. Under steady state conditions, an attenuation coefficient of a fibre can be determined and the attenuation of concatenated fibres is added linearly.

Page 65

## 31 Description of attenuation measuring techniques

*Delete the existing text and replace by the following:*

Three methods are described below for attenuation measurements:

### a) Cut-back technique

The cut-back technique is a direct application of the definition of attenuation, in which the power levels  $P_1$  and  $P_2$  are measured at two points of the fibres without change of input conditions.  $P_2$  is the power emerging from the end of the guide and  $P_1$  is the power emerging from a point near the input after cutting the fibre.

By the measurement principle it is not possible to get information on the attenuation behaviour over the length of the fibre. Also it is difficult to measure the change of attenuation under changing conditions. But, for a given condition, this method gives the most accurate attenuation strictly following the definitions. In some situations, its destructive nature is a disadvantage.

### b) Insertion loss

The insertion loss technique is in principle similar to the cut-back technique, but  $P_1$  is the power emerging from the output of the launching system. The measured attenuation of the fibre under test including the measurement arrangement must be corrected by the additional connector loss respectively by the loss of the reference piece of fibre.

Also with this method no analysis of the attenuation over the length of fibre is possible, but by the previously known power  $P_1$  it is possible to measure continuously with this technique the change in attenuation over ranging environmental conditions like temperature and force.

This method can be used to measure connectorized cables.

### c) Méthode de rétrodiffusion

La méthode de rétrodiffusion mesure la puissance optique qui est rétrodiffusée vers l'origine de la fibre à partir des différents points de celle-ci.

Il s'agit d'une mesure faite d'un seul côté.

La mesure est influencée par la vitesse de propagation dans la fibre et par le comportement en rétrodiffusion de cette dernière. Si ces deux paramètres sont constants, ce qui est normalement le cas pour des longueurs individuelles de fibres, le résultat de la mesure d'affaiblissement peut être précis, à condition également que les conditions d'injection spécifiées soient respectées.

De par la nature de la mesure, il est également possible d'analyser l'affaiblissement le long de la fibre entière ou de tronçons particuliers, ainsi que sur des liaisons formées de fibres raccordées, et de déterminer l'affaiblissement des raccordements. Dans certains cas, il est nécessaire d'effectuer la mesure à partir des deux extrémités de manière à éliminer les effets de rétrodiffusion dépendant du sens de propagation.

En outre, la longueur de la fibre peut être mesurée par cette méthode.

Page 66

Article 32

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

## **32 Méthode CEI 793-1-C1A – Méthode de la fibre coupée**

### **32.1 Conditions d'injection**

Les conditions d'injection présentent une importance majeure pour parvenir aux objectifs fixés dans l'article 29. Il convient de les fixer de manière à éviter l'injection de puissance dans les modes transitoires d'ordre supérieur. En assurant l'absence d'injection dans ces modes transitoires de la fibre en essai, la mesure fournira des affaiblissements qui s'additionneront de manière sensiblement linéaire. Etant donné que ces répartitions de puissance ne sont fondamentalement pas modifiées par la fibre, elles sont appelées répartitions à l'état stable<sup>1</sup>.

#### **32.1.1 Techniques d'injection**

Il existe deux techniques usuelles pour fournir des conditions d'injection à l'état stable pour les mesures d'affaiblissement: les filtres de modes et l'injection par systèmes d'optique géométrique. Des exemples de chaque technique sont donnés au paragraphe 32.2. Moyennant des précautions d'emploi appropriées, des résultats comparables peuvent être obtenus avec ces deux techniques. Un exemple type de montage d'injection utilisant un filtre de modes est donné par la figure 11A.

---

1 Le terme de répartition des modes à l'équilibre a été précédemment utilisé dans d'autres normes.

**c) Backscattering**

The backscattering method measures the optical power backscattered from different points in the fibre to the beginning of the fibre.

It is a single side measurement.

The measurement is affected by the propagation speed in the fibre and the back-scattering behaviour of the fibre. If both are constant - which is normally valid for single pieces of fibre - the result of the attenuation measurement can be accurate, if the launch conditions specified are adhered to.

By the nature of the measurement, it is also possible to analyse the attenuation over the whole length or interested sections of the fibre, over concatenated fibre links and also to determine the splice loss. In some cases, it is necessary to measure from both ends in order to eliminate direction depending backscattering effects.

The length of the fibre can be measured.

Page 67

Clause 32

*Delete the existing text and replace by the following:*

**32 Method IEC 793-1-C1A – Cut-back technique****32.1 Launching conditions**

The launching conditions are of paramount importance in meeting the objectives stated in clause 29. Launching conditions should be established that will avoid launching power into higher order, transient modes. By not launching power into these transient modes of the test fibre, attenuations which add in an approximately linear fashion will be measured. Because these power distributions are essentially unaltered by the fibre, they are called steady state distributions<sup>1</sup>.

**32.1.1 Launching techniques**

There are two commonly used techniques to produce steady state launch conditions for attenuation measurements - mode filters and a geometrical optics launch. Examples of each are given in subclause 32.2. By proper care in the use of each, comparable results can be achieved. An example of the generic launching arrangement using a mode filter is given in figure 11A.

---

<sup>1</sup> Equilibrium Mode Distribution has been previously used in other standards.

### 32.1.2 *Extracteur de modes de gaine*

L'extraction de modes de gaine assure qu'aucun des modes de rayonnement, se propageant dans la zone de gaine, ne puisse être détecté après une courte distance sur la longueur de la fibre. Il est souvent composé d'un matériau dont l'indice de réfraction est égal ou supérieur à celui de la gaine de la fibre. Ceci peut être obtenu en appliquant directement un liquide adaptateur d'indice sur une portion dénudée de la fibre au voisinage de ses extrémités; le revêtement de la fibre lui-même peut également se comporter comme extracteur de modes de gaine.

### 32.1.3 *Brouilleur de modes*

La puissance injectée en amont du filtre de modes doit présenter une répartition fondamentalement uniforme. Dans le cas d'une source telle que DEL ou laser ne respectant pas cette condition, il est nécessaire d'utiliser un brouilleur de modes. Celui-ci doit comporter un arrangement de fibre approprié (par exemple une séquence de profils d'indice saut-gradient-saut).

## 32.2 *Exemples de conditions d'injection*

### 32.2.1 *Filtres de mode*

#### 32.2.1.1 *Filtre de modes du type fibre amorcée*

On choisit une fibre de type similaire à celui de la fibre en essai. Sa longueur doit être suffisante (typiquement égale ou supérieure à 1 km) pour que la répartition de la puissance transmise par cette fibre soit à l'état stable, lorsque la source d'injection utilisée répond au sous-paragraphe 32.1.3.

#### 32.2.1.2 *Filtre de modes du type enroulement sur mandrin*

Un autre type de filtre de modes se présente sous la forme d'un mandrin autour duquel quelques tours (typiquement 3 à 5 tours) de la fibre en essai sont réalisés avec une faible tension. Le diamètre du mandrin est choisi de manière à assurer que les modes transitoires excités dans la fibre en essai sont atténués jusqu'à obtenir un état stable.

Une mesure en champ lointain doit être effectuée pour comparer la répartition de puissance émise en sortie d'une grande longueur de la fibre en essai (supérieure à 1 km), lorsqu'elle est excitée par une source assurant une saturation uniforme, avec la répartition de puissance émise en sortie d'une courte longueur de la fibre lorsque le mandrin est utilisé. Le diamètre du mandrin est choisi de manière à obtenir une répartition en champ lointain dans la courte longueur correspondant approximativement à la répartition en champ lointain dans la grande longueur de fibre. L'ouverture numérique (mesurée selon la méthode CEI 793-1-C6) du diagramme de rayonnement émis à l'extrémité de la courte longueur doit être comprise entre 94 % et 100 % de l'ouverture numérique du diagramme correspondant à la grande longueur.

Le diamètre du mandrin peut être différent d'une fibre à l'autre, en fonction du type de fibre et du revêtement. Les conditions courantes correspondent à des diamètres de l'ordre de 15 mm à 40 mm, avec cinq tours de fibre réalisés sur une longueur de mandrin d'environ 20 mm.

### 32.1.2 *Cladding mode stripper*

The cladding mode stripper ensures that no radiation modes, propagating in the cladding region, will be detectable after a short distance along the fibre. The cladding mode stripper often consists of a material having a refractive index equal to or greater than that of the fibre cladding. This may be an index matching fluid applied directly to the uncoated fibre near its ends, or the fibre's coating may act as the cladding mode stripper.

### 32.1.3 *Mode scrambler*

An essentially uniform power distribution should be launched prior to the mode filter. For a source such as a light emitting diode (LED) or Laser which does not do so, a mode scrambler should be used. The mode scrambler shall be comprised of a suitable fibre arrangement (for example a step-graded-step index profile sequence).

## 32.2 *Examples of launching conditions*

### 32.2.1 *Mode filters*

#### 32.2.1.1 *Dummy fibre mode filter*

A fibre of a similar type to that of the test fibre is selected. The fibre should be long enough (typically equal to or greater than 1 km) so that the power distribution carried by the fibre, when the launch source of subclause 32.1.3 is used, is a steady state distribution.

#### 32.2.1.2 *Mandrel wrap mode filter*

Another mode filter takes the form of a mandrel around which a few turns (typically 3-5 turns) of the fibre under test is wound with low tension. The mandrel diameter is selected to ensure that the transient modes excited in the test fibre are attenuated to steady state.

A far-field measurement shall be used to compare the power distribution exiting a long length of test fibre (greater than 1 km) that has been excited with a uniformly overfilling source, with the power distribution exiting a short length of the fibre with the mandrel applied. The mandrel diameter is selected to produce a far-field distribution in the short length that approximates the long length far-field power distribution. The numerical aperture (as measured by method IEC 793-1-C6) of the radiation pattern exiting the short length should be 94 % to 100 % of the numerical aperture of the long length pattern.

The diameter of the mandrel may differ from fibre to fibre depending on the fibre and coating type. Common prescriptions consist of diameters in the range of 15 mm to 40 mm with five turns of fibre within a 20 mm length of the mandrel.

### 32.2.1.3 *Combinaison du brouilleur de modes et du filtre de modes*

Une combinaison des fonctions du brouilleur de modes et du filtre de modes peut être réalisée au moyen d'un dispositif comportant un nombre de billes métalliques (de dimensions 1 mm à 5 mm), réparties aléatoirement mais dont les faces supérieures sont alignées. Une fibre de type similaire à celui de la fibre en essai est appliquée par une pression verticale sur ce lit de billes sur une longueur d'environ 0,5 m. Le réglage de la force de pression permet d'obtenir l'ajustement de la répartition de puissance émise à l'extrémité d'une courte longueur de la fibre de manière identique à celle décrite au paragraphe 32.2.1.2.

### 32.2.2 *Injection par système d'optique géométrique*

Une injection à limitation spatiale (LS) est définie comme une injection produite de manière géométrique remplissant uniformément 70 % du diamètre de cœur et 70 % de l'ouverture numérique de la fibre en essai. Il s'agit de la répartition de puissance géométrique maximale qui n'injecte pas de puissance dans les modes évanescents. Ainsi, dans le cas d'une fibre multimodale à gradient d'indice 50/125  $\mu\text{m}$  d'ouverture numérique 0,2, les conditions d'injection LS correspondent à un diamètre de tache uniforme de 35  $\mu\text{m}$  et à une ouverture numérique de 0,14.

Pour le même type de fibre, le CCITT utilise actuellement une tache de 26  $\mu\text{m}$  et une ouverture numérique de 0,11.

La figure 11B présente un exemple de montage optique nécessaire pour produire l'injection LS. Il est important de s'assurer que l'axe du faisceau d'injection coïncide avec celui de la fibre, de telle manière que la tache et le cône de lumière incidente soient centrés sur le cœur de la fibre. En outre, le système optique d'injection doit être adapté aux longueurs d'onde d'utilisation afin de permettre une mesure correcte.

### 32.3 *Appareillage*

a) Les mesures peuvent être effectuées à une ou plusieurs longueurs d'onde. En variante, une réponse spectrale peut être exigée pour toute une gamme de longueurs d'onde. Les figures 11A et 11B donnent à titre d'exemple des schémas de montages d'essai appropriés.

#### b) *Source optique*

Une source de rayonnement adaptée doit être utilisée, telle que lampe, laser ou diode électroluminescente. Le choix de la source dépend du type de mesure. La source doit être stable en position, en intensité et en longueur d'onde pendant une période suffisamment longue pour terminer le processus de mesure. La largeur de raie spectrale (entre les points à 50 % d'intensité optique de la source employée) doit être spécifiée de telle manière qu'elle soit étroite par rapport à toute caractéristique d'affaiblissement spectrale de la fibre. Celle-ci doit être alignée sur le cône d'injection ou raccordée coaxialement à une fibre d'injection.

#### c) *Montage de détection optique*

Une grande surface détectrice doit être utilisée, de telle façon que tout le rayonnement du ou des cônes de sortie soit intercepté. Si le récepteur est déjà muni d'une queue de cochon, celle-ci doit avoir un diamètre de cœur et une ouverture numérique suffisants pour absorber la totalité de la lumière sortant de la fibre de référence et de la fibre en essai. La réponse spectrale doit être compatible avec les caractéristiques spectrales de la source. La détection doit être homogène et avoir des caractéristiques linéaires.

### 32.2.1.3 *Combined mode scrambler and mode filter*

The functions of the mode scrambler and the mode filter can be combined by using a device with a number of metal balls (1 mm to 5 mm in size), randomly distributed but with the top faces in line. A fibre of a similar type to that of the test fibre is pressed down against this bed of bearing balls over a length of about 0,5 m. Regulation of the force allows the distribution of the power emerging from a short length of fibre to be adjusted in the same way as described in subclause 32.2.1.2.

### 32.2.2 *Geometrical optics launch*

A Limited Phase Space (LPS) launch is defined as a geometrically produced launch which uniformly fills 70 % of the test fibre's core diameter and 70 % of the test fibre's numerical aperture. This is the maximal geometrically launched power distribution which does not launch power into leaky, unbounded modes. Thus, for a 50/125  $\mu\text{m}$ , 0,2 NA graded index multimode fibre, the LPS launch condition consists of a uniform 35  $\mu\text{m}$  spot and 0,14 NA.

Currently, the CCITT uses a 26  $\mu\text{m}$  spot and 0,11 NA for the same fibre.

An example of optics necessary to produce the LPS launch is given in figure 11B. It is important to ensure that the axis of the launch beam is coincident with the axis of the fibre so that the spot and incident cone of light are centered on the core of the fibre. Also, the optical system must be set up at the wavelengths of operation to ensure proper measurement.

## 32.3 *Apparatus*

a) Measurements may be made at one or more wavelengths. Alternatively, a spectral response may be required over a range of wavelengths. Diagrams of suitable test arrangements are shown as examples in figures 11A and 11B.

### b) *Optical source*

A suitable radiation source shall be used, such as a lamp, laser or light emitting diode. The choice of source depends upon the type of measurement. The source must be stable in position, intensity and wavelength over a period sufficiently long to complete the measurement procedure. The spectral line width (between the 50 % optical intensity power points of the source used) shall be specified such that the line width is narrow compared with any features of the fibre spectral attenuation. The fibre shall be aligned to the launch cone, or connected coaxially to a launch fibre.

### c) *Optical detection assembly*

A large area detector shall be used so that all the radiation in the output cone(s) is intercepted. If the detector is already pigtailed, the pigtail fibre must have a sufficiently large core diameter and numerical aperture to capture all of the light exiting the reference and test fibres. The spectral response shall be compatible with the spectral characteristics of the source. The detection must be uniform and the detection must have linear characteristics.

d) **Traitement du signal**

Il est d'usage de moduler la source lumineuse afin d'améliorer le rapport signal sur bruit à la réception. Si un tel procédé est adopté, le détecteur doit être relié à un système de traitement du signal synchronisé avec la fréquence de modulation de la source. Il convient que le système de détection soit pratiquement linéaire ou ait des caractéristiques connues.

e) **Extracteur de modes de gaine**

Des techniques convenables doivent être employées pour supprimer la puissance optique se propageant dans la gaine, si cela exerce une influence notable sur le signal reçu.

**32.4 Procédure**

a) La fibre en essai est montée sur le dispositif de mesure. La puissance de sortie  $P_2$  est enregistrée.

b) Les conditions d'injection étant maintenues fixes, la fibre est coupée à la longueur voulue (par exemple à 2 m du point d'injection). La puissance de sortie  $P_1$  est enregistrée pour la longueur de la fibre coupée.

c) L'affaiblissement de la fibre entre les points où  $P_1$  et  $P_2$  ont été mesurées peut être calculé d'après la définition de  $P_1$  et  $P_2$ .

**32.5 Résultats**

**32.5.1 Les renseignements suivants doivent être fournis:**

- Date de l'essai.
- Désignation de l'essai.
- Identification de la fibre.
- Longueur de l'échantillon.
- Affaiblissement spectral en dB ou affaiblissement linéique en dB/km en fonction de la longueur d'onde, ou à une ou plusieurs longueurs d'ondes données, comme exigé dans la spécification particulière.

**32.5.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:**

- Type de la source.
- Largeur spectrale de la source.
- Technique d'injection.
- Disposition du montage d'essai.
- Humidité relative et température ambiante.

d) Signal processing

It is customary to modulate the light source in order to improve the signal-to-noise-ratio at the receiver. If such a procedure is adopted, the detector shall be linked to a signal processing system synchronous with the source modulation frequency. The detecting system should be substantially linear or have known characteristics.

e) Cladding mode stripper

Suitable techniques shall be used to remove optical power propagating in the cladding where this would significantly influence the received signal.

### 32.4 Procedure

- a) The fibre under test is set in the measurement apparatus. The output power  $P_2$  is recorded.
- b) Keeping the launching conditions fixed, the fibre is cut to the cutback length (for example 2 m from the launching point). The output power  $P_1$  from the cut-back length of the fibre is recorded.
- c) The attenuation of the fibre, between the points where  $P_1$  and  $P_2$  have been measured, can be calculated from the definition of  $P_1$  and  $P_2$ .

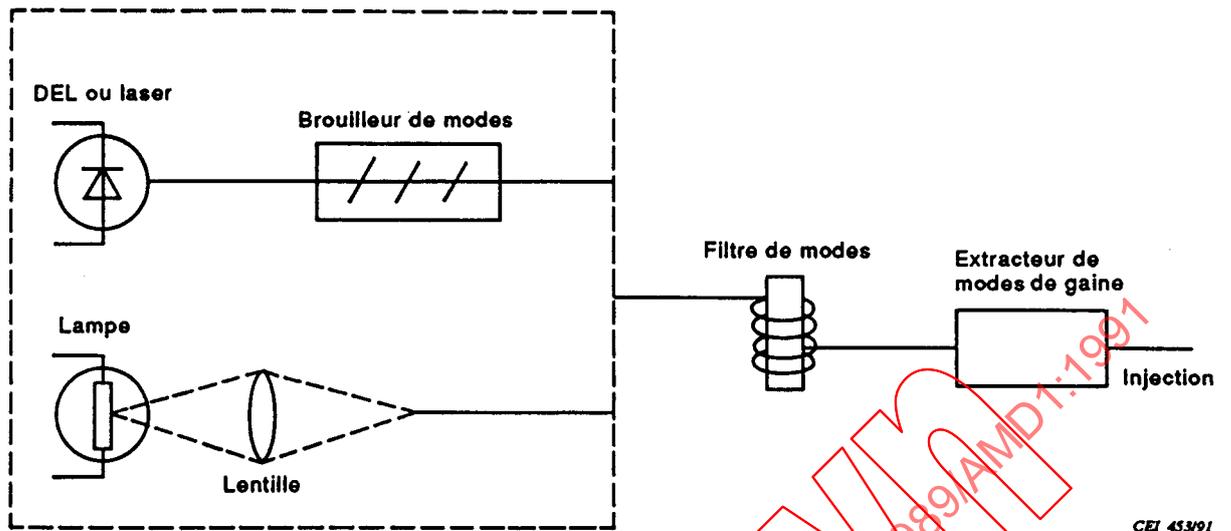
### 32.5 Results

#### 32.5.1 The following data shall be reported:

- Date of the test.
- Title of the test.
- Fibre identification.
- Length of the sample.
- Spectral attenuation in dB or attenuation coefficient in dB/km versus wavelength or at specific wavelength(s) as required by the Detail Specification.

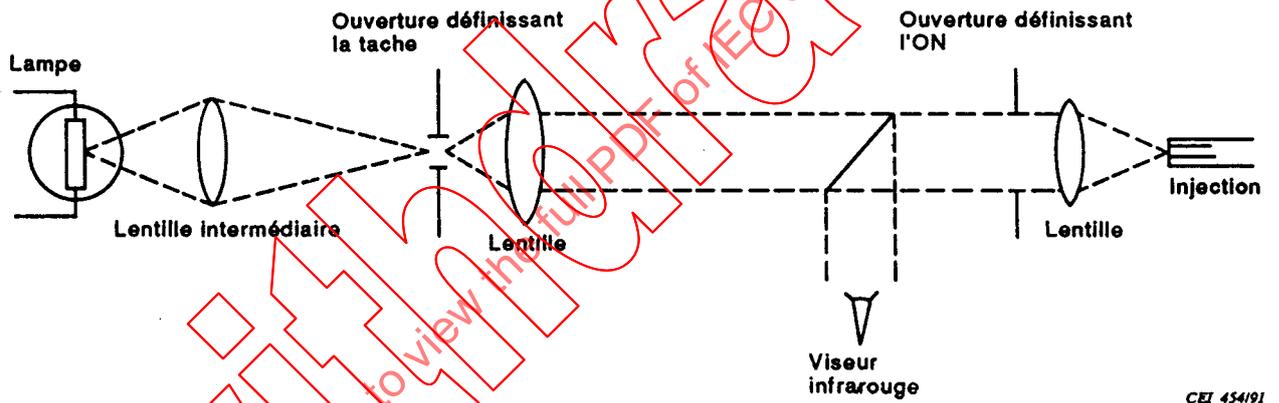
#### 32.5.2 The following data shall be available upon request:

- Type of source.
- Spectral width of the source.
- Launching technique.
- Test arrangement.
- Relative humidity and ambient temperature.



CEI 453/91

Figure 11A - Appareillage de mesure de l'affaiblissement à une longueur d'onde spécifiée



CEI 454/91

Figure 11B - Appareillage de mesure de l'affaiblissement spectral

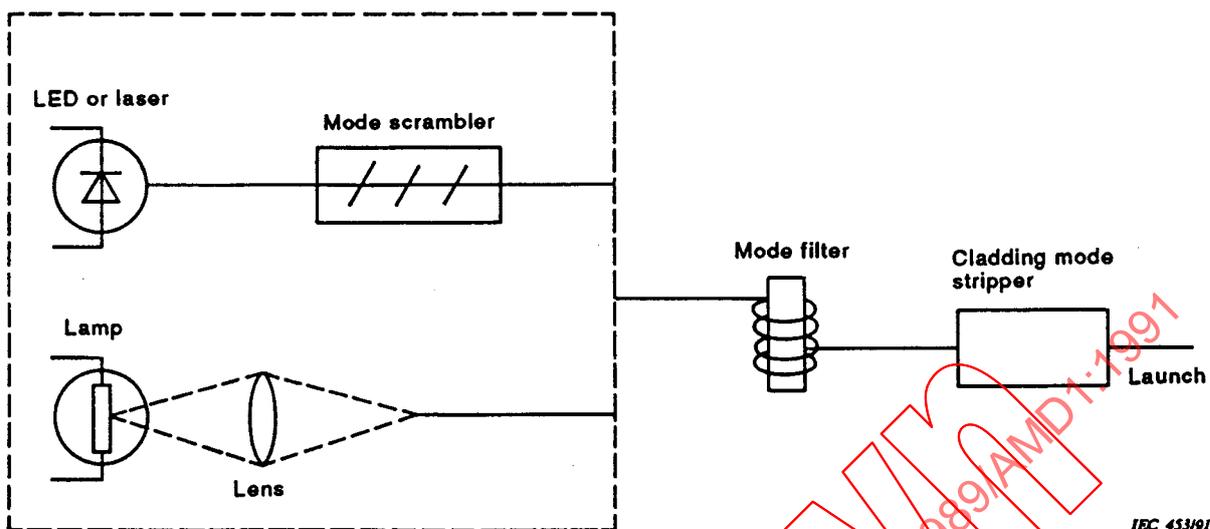


Figure 11A - Arrangement of test equipment to make loss measurement at one specified wavelength

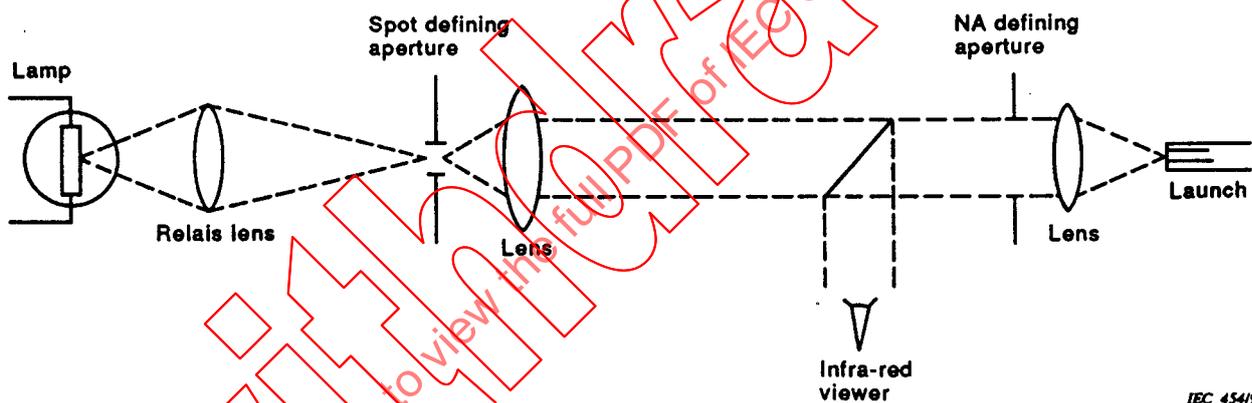


Figure 11B - Arrangement of test equipment used to obtain the loss spectrum

Page 72

Article 33

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

### **33 Méthode CEI 793-1-C1B – Méthode des pertes d'insertion**

#### **33.1 *Objet***

Cet article décrit le procédé de mesure de l'affaiblissement en utilisant la méthode des pertes d'insertion à titre de méthode d'essai alternative.

#### **33.2 *Conditions d'injection***

Les conditions d'injection prescrites sont similaires à celles décrites en 32.1.

Les conditions d'injection dans la fibre de référence et dans la fibre en essai doivent être les mêmes.

#### **33.3 *Appareillage***

a) Les mesures peuvent être effectuées à une ou plusieurs longueurs d'onde; en variante, une réponse spectrale peut être prescrite sur toute une gamme de longueurs d'onde. Des schémas de montages d'essai appropriés sont présentés à titre d'exemple aux figures 14 (étalonnage) et 15 (mesure).

b) Source optique

Voir le point b) de 32.3.

c) Montage de détection optique

Voir le point c) de 32.3.

d) Traitement du signal

Voir le point d) de 32.3.

e) Extracteur de modes de gaine

Voir le point e) de 32.3.

f) Dispositif de couplage

La méthode des pertes d'insertion exige l'emploi d'un dispositif très précis de couplage fibre à fibre afin de minimiser les pertes dues au couplage et d'assurer des résultats fiables. Ce dispositif de couplage peut être un réglage mécanique contrôlé visuellement ou un connecteur à positionnement cœur à cœur.

g) Fibre de référence

La fibre de référence doit être du même type que celle en essai.

Page 73

Clause 33

*Delete the existing text and replace by the following:*

### **33 Method CEI 793-1-C1B - Insertion loss technique**

#### **33.1 Object**

This clause describes the procedure for attenuation measurement using the insertion loss method as an alternative test method.

#### **33.2 Launching conditions**

The required launching conditions are similar to those described under subclause 32.1.

The launching conditions of both the reference fibre and the fibre under test shall be the same.

#### **33.3 Apparatus**

a) Measurements may be made at one or more wavelengths; alternatively, a spectral response may be required over a range of wavelengths. Diagrams of suitable test arrangements are shown as examples in figures 14 (calibration) and 15 (measurement).

b) **Optical source**

See b) of subclause 32.3.

c) **Optical detection assembly**

See c) of subclause 32.3.

d) **Signal processing**

See d) of subclause 32.3.

e) **Cladding mode stripper**

See e) of subclause 32.3.

f) **Coupling device**

The insertion loss technique requires the use of a very precise fibre to fibre coupling device to minimize the coupling losses and to ensure reliable results. This coupling device can be a mechanical adjustment visually inspected or a connector with a core to core positioning.

g) **Reference fibre**

The reference fibre is to be of the same type as that under test.

### 33.4 Procédure

- a) Le dispositif de mesure est initialement étalonné afin d'obtenir le niveau de référence d'entrée  $P_1$ . Il est nécessaire d'utiliser le même type de fibre comme fibre de référence pour l'étalonnage initial. La longueur de la fibre de référence doit être faible (par exemple 2 m) de façon à pouvoir négliger son affaiblissement.
- b) La fibre en essai est reliée au dispositif de mesure et le couplage est réglé pour obtenir le niveau maximal sur le détecteur optique. La puissance de sortie  $P_2$  est enregistrée.
- c) L'affaiblissement de la fibre en essai est calculé selon la formule:

$$A = \left| 10 \log_{10} P_1/P_2 \right| \text{ (dB)}$$

Si l'affaiblissement de la fibre de référence ne peut être négligé, il doit être ajouté à la valeur calculée.

### 33.5 Résultats

#### 33.5.1 Les renseignements suivants doivent être fournis.

- Date de l'essai.
- Désignation de l'essai.
- Identification de la fibre.
- Longueur de l'échantillon.
- Affaiblissement spectral en dB ou affaiblissement linéique en dB/km en fonction de la longueur d'onde, ou à une ou plusieurs longueurs d'ondes données, comme exigé dans la spécification particulière.

#### 33.5.2 Les renseignements suivants doivent être disponibles sur demande:

- Type de la source.
- Largeur spectrale de la source.
- Technique d'injection.
- Dispositif du montage d'essai.
- Humidité relative et température ambiante.

### 33.4 Procedure

- a) The measurement arrangement is initially calibrated in order to obtain an input reference level  $P_1$ . The same fibre type needs to be used as a reference fibre at the initial calibration. The length of the reference fibre should be small (for example 2 m) so that its attenuation can be neglected.
- b) The fibre under test is connected to the measurement apparatus and the coupling adjusted to give a maximum level on the optical detector. The output power  $P_2$  is recorded.
- c) The attenuation of the fibre under test is calculated according to the formula:

$$A = \left| 10 \log_{10} P_1/P_2 \right| \text{ (dB)}$$

If the attenuation of the reference fibre cannot be neglected, it must be added to the calculated value.

### 33.5 Results

#### 33.5.1 The following data shall be reported:

- Date of measurement.
- Title of the test.
- Fibre identification.
- Length of the sample.
- Spectral attenuation in dB or attenuation coefficient in dB/km versus wavelength or at specific wavelength(s) as required by the Detail Specification.

#### 33.5.2 The following data shall be available upon request:

- Type of source.
- Spectral width of the source.
- Launching technique.
- Test arrangement.
- Relative humidity and ambient temperature.

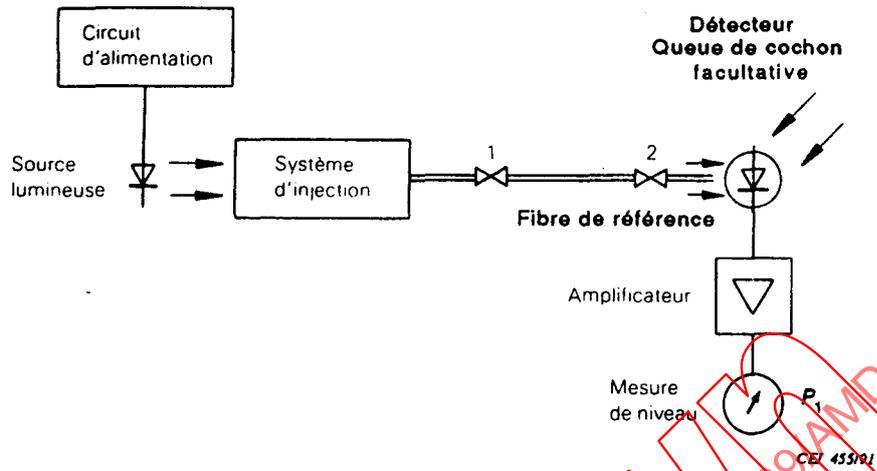


Figure 14 - Dispositif d'étalonnage de la mesure des pertes d'insertion

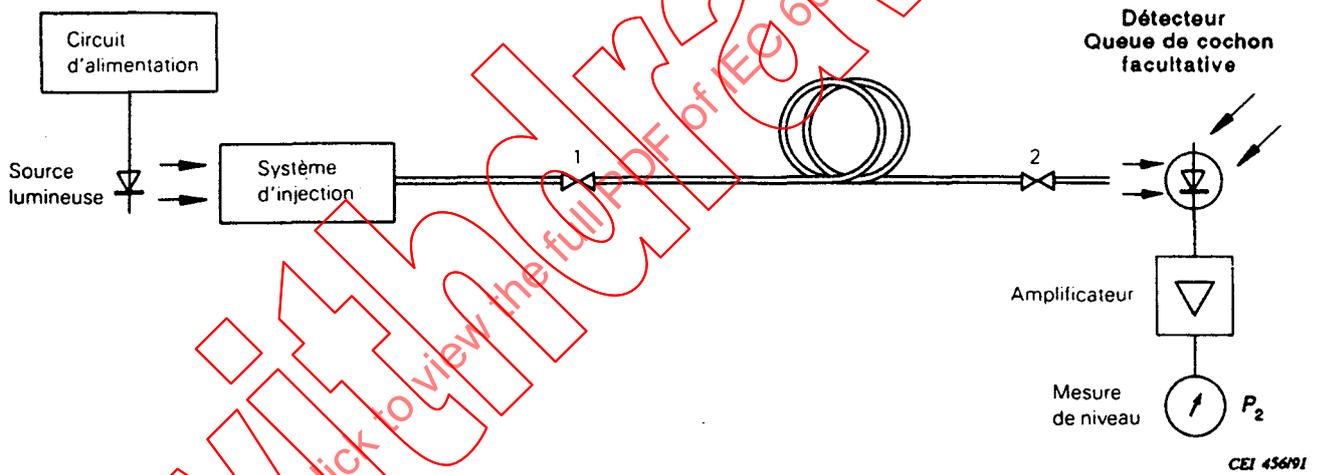


Figure 15 - Mesure des pertes d'insertion

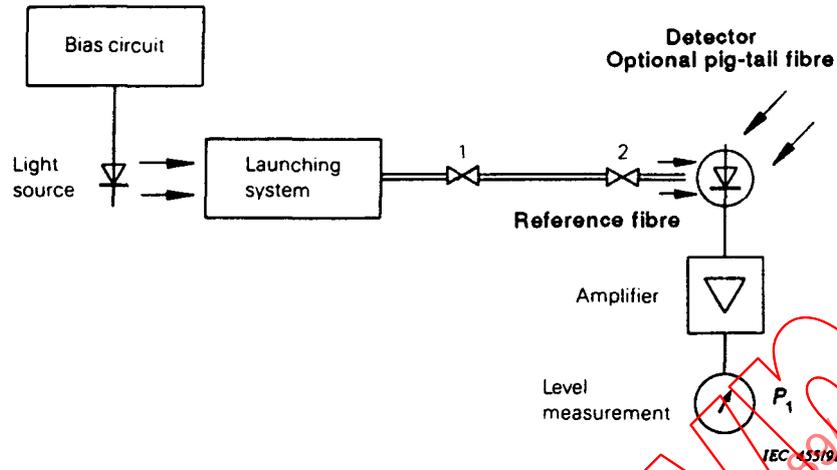


Figure 14 - Calibration of insertion loss measuring set

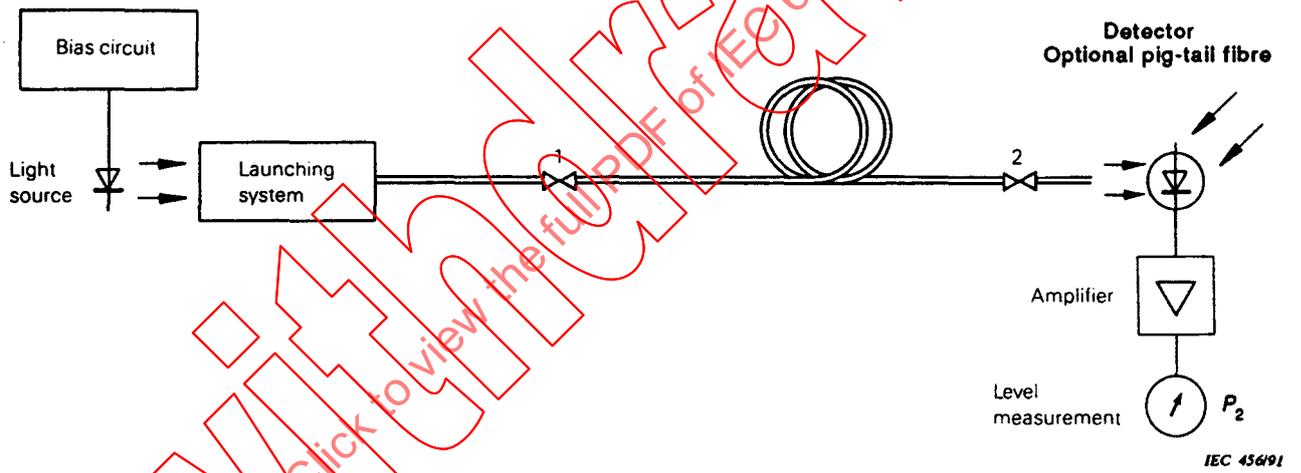


Figure 15 - Measurement of insertion loss

Page 90

Article 35

Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:

### 35 Réponse modale en bande de base

La réponse modale en bande de base est une contribution à la bande de base totale qui peut être représentée par l'expression:

$$B_T = (B_m^{-2} + B_{ch}^{-2})^{-1/2}$$

où:

$B_T$  est la largeur de bande complète (incluant la distorsion modale et la dispersion chromatique)

$B_m$  est la largeur de bande de distorsion modale

$B_{ch}$  est la largeur de bande de dispersion chromatique (voir note 2)

#### NOTES

1 On suppose à la fois que la réponse en bande de base de distorsion modale et le spectre de source sont gaussiens.

2  $B_{ch}$ , la largeur de bande chromatique est inversement proportionnelle à la longueur de l'échantillon et, dans l'hypothèse d'une source gaussienne, peut être exprimée par:

$$B_{ch} \text{ (MHz)} = \frac{0,44 \times 10^6}{\Delta \lambda \cdot D(\lambda) \cdot L}$$

où:

$\Delta \lambda$  est la LTMH largeur spectrale de la source (nm)

$D(\lambda)$  est la coefficient de dispersion chromatique (ps/(nm.km))

$L$  est la longueur de l'échantillon (km)

Le but de cette technique est de mesurer la réponse en bande de base modale et ceci est obtenu en minimisant le terme  $\Delta(\lambda)$ , de façon que la différence entre  $B_T$  et  $B_m$  soit inférieure à 10 %.

Les articles 36 à 39 décrivent les méthodes de mesure de réponse en bande de base modale. La réponse en bande de base modale peut être exprimée dans le domaine temporel ou fréquentiel.

Page 91

Clause 35

Delete the existing text and replace by the following:

### 35 Modal baseband response

The modal baseband response is a component of the total baseband response which can be represented by the expression:

$$B_T = (B_m^2 + B_{ch}^2)^{-1/2}$$

where:

$B_T$  is the overall bandwidth (including modal distortion and chromatic dispersion)

$B_m$  is the modal distortion bandwidth

$B_{ch}$  is the chromatic dispersion bandwidth (see note 2)

#### NOTES

1 Both the fibre modal distortion baseband response and the source spectrum are assumed to be Gaussian.

2  $B_{ch}$ , the chromatic bandwidth, is inversely proportional to the section length and, if the source spectrum is assumed to be Gaussian, can be expressed as:

$$B_{ch} \text{ (MHz)} = \frac{0,44 \times 10^6}{\Delta \lambda \cdot D(\lambda) \cdot L}$$

where:

$\Delta \lambda$  is the FWHM source line width (nm)

$D(\lambda)$  is the chromatic dispersion coefficient (ps/(nm·km))

$L$  is the section length (km)

The intent of this technique is to measure the modal baseband response and this is performed by minimizing the term,  $\Delta(\lambda)$ , such that the difference between  $B_T$  and  $B_m$  is less than 10 %.

Clauses 36 to 39 describe methods of measuring modal baseband response. The modal baseband response can be expressed in the time domain or the frequency domain.

**38 Méthode CEI 793-3-C2A – Réponse impulsionnelle**

La figure 21 est remplacée par le schéma suivant:

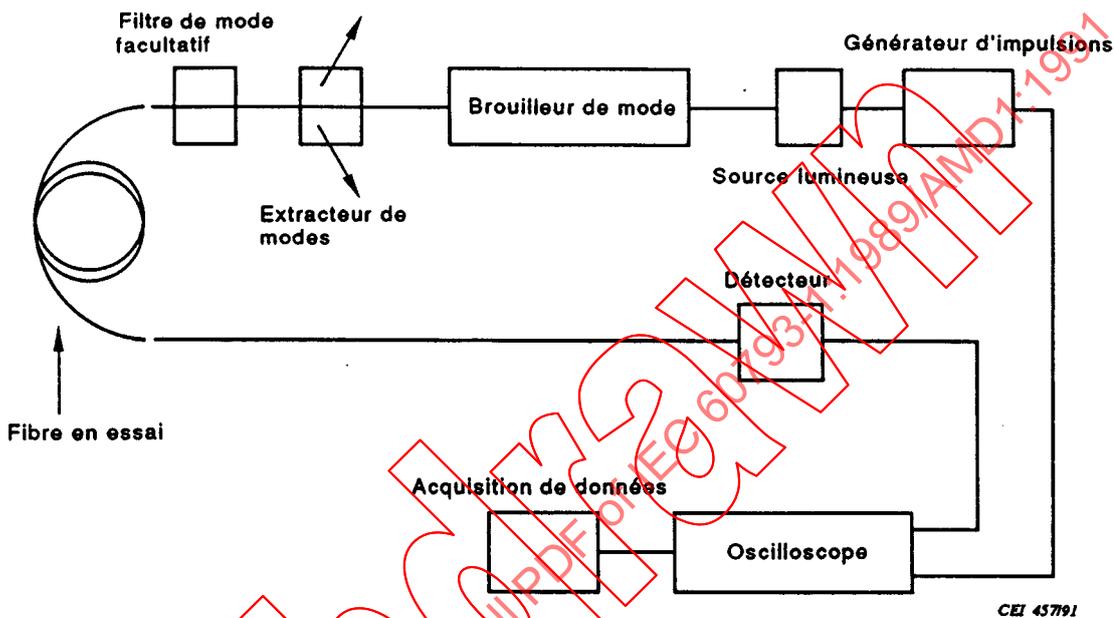


Figure 21 – Mesure de la réponse en bande de base. Exemple de la mesure de la réponse impulsionnelle

Articles 38.3 et 38.4

Supprimer le texte existant et le remplacer par le suivant:

**38.3 Procédure**

**a) Alignement de l'injection**

La fibre doit être alignée avec l'axe du cône d'injection.

**b) Alignement du détecteur**

L'extrémité de sortie de la fibre doit être alignée avec la surface du détecteur, de telle façon que les rayons émis soient reçus en totalité par le détecteur.

**c) Acquisition et exploitation des données**

Les impulsions d'entrée et de sortie de la fibre sont enregistrées et la réponse en bande de base modale est calculée conformément au point a) de l'article 36.

Pages 93-97

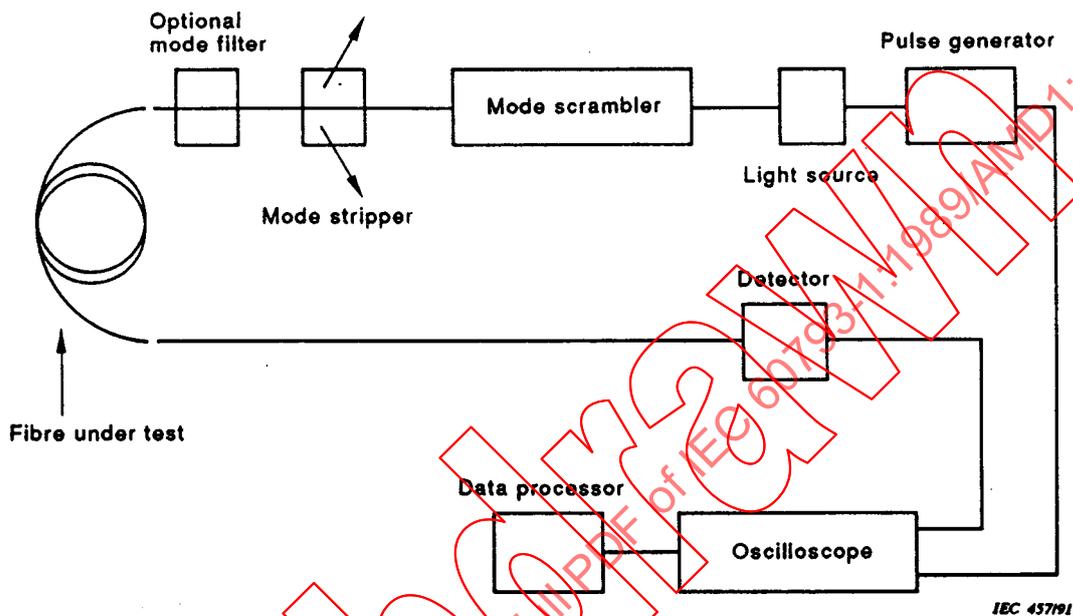
**38 Method IEC 793-1-C2A – Impulse response***Figure 21 is replaced by the diagram below:*

Figure 21 – Baseband response measurement. Example of impulse response measurement

Clauses 38.3 and 38.4

Delete the existing text and replace by the following:

**38.3 Procedure****a) Launch alignment**

The fibre shall be aligned to the axis of the launch cone.

**b) Detector alignment**

The output end of the fibre shall be aligned to the detector surface, such that all of the emitted radiation is received by the detector.

**c) Data acquisition and processing**

At the fibre input and output pulses are recorded and the modal baseband response is calculated in accordance with item a) of Clause 36.

#### 38.4 *Résultats*

##### 38.4.1 *Information nécessaire*

Les renseignements suivants doivent être fournis:

- Date de l'essai.
- Titre de l'essai.
- Identification de la fibre.
- Longueur de l'échantillon de fibre.
- Longueur d'onde nominale de mesure.
- Largeur de bande (BW) définie par le point à -3 dB (optique) de la courbe amplitude-fréquence.

##### 38.4.2 *Information disponible*

Les données suivantes seront disponibles sur demande:

- Longueur d'onde et largeur de spectre de la source.
- Type d'injection.
- Disposition du montage d'essai.
- Les courbes complètes des impulsions d'entrée et de sortie.

Pages 96-98

#### 39 **Méthode CEI 793-1-C2B – Réponse fréquentielle**

Articles 39.3 et 39.4

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

##### 39.3 *Procédure*

###### a) **Alignement de l'injection**

La fibre doit être alignée avec l'axe du cône d'injection.

###### b) **Alignement du détecteur**

L'extrémité de sortie de la fibre doit être alignée avec la surface du détecteur, de telle façon que les rayons émis soient reçus en totalité par le détecteur.

###### c) **Acquisition et exploitation des données**

Les signaux d'entrée et de sortie de la fibre sont enregistrés et la réponse en bande de base modale est calculée conformément au point b) de l'article 36.

## 38.4 Results

### 38.4.1 Required Information

The following data shall be presented:

- Date of test.
- Title of test.
- Fibre identification.
- Length of fibre sample.
- Nominal wavelength at which measurement is made.
- Bandwidth (BW) defined by the -3 dB (optical) point of the amplitude-frequency curve.

### 38.4.2 Available information

The following data shall be available on request:

- Source wavelength and spectral width.
- Launch type.
- Test arrangement.
- Full input and output pulse curves.

Page 97-99

## 39 Method IEC 793-1-C2B – Frequency response

Clauses 39.3 and 39.4

*Delete the existing text and replace by the following:*

### 39.3 Procedure

#### a) Launch alignment

The fibre shall be aligned to the axis of the launch cone.

#### b) Detector alignment

The output end of the fibre shall be aligned to the detector surface, such that all of the emitted radiation is received by the detector.

#### c) Data acquisition and processing

The fibre input and output signals are recorded and the modal baseband response is calculated in accordance with item b) of clause 36.

### 39.4 Résultats

#### 39.4.1 Information nécessaire

Les renseignements suivants doivent être fournis:

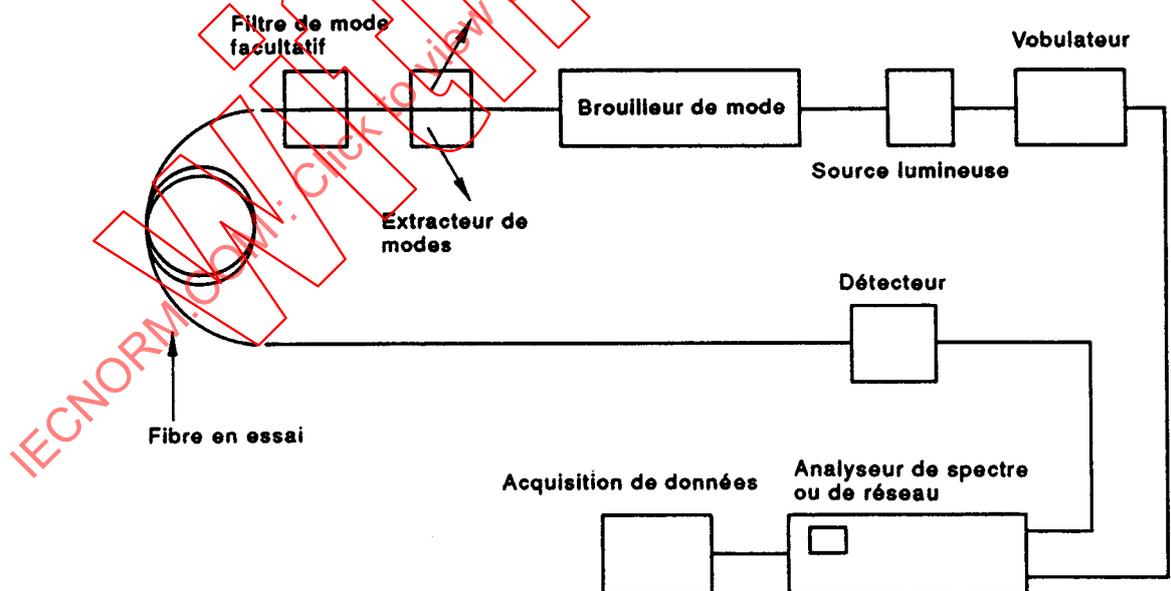
- Date de l'essai.
- Titre de l'essai.
- Identification de la fibre.
- Longueur de l'échantillon de fibre.
- Longueur d'onde nominale de mesure.
- Largeur de bande (BW) définie par le point à -3 dB (optique) de la courbe amplitude-fréquence.

#### 39.4.2 Information disponible

Les données suivantes seront disponibles sur demande:

- Longueur d'onde et largeur de spectre de la source.
- Type d'injection.
- Disposition du montage d'essai.
- Les courbes complètes de réponse en fréquence d'entrée et de sortie.
- Résolution spectrale de l'équipement d'essai.

La figure 22 est remplacé par le schéma suivant:



## 39.4 Results

### 39.4.1 Required information

The following data shall be presented:

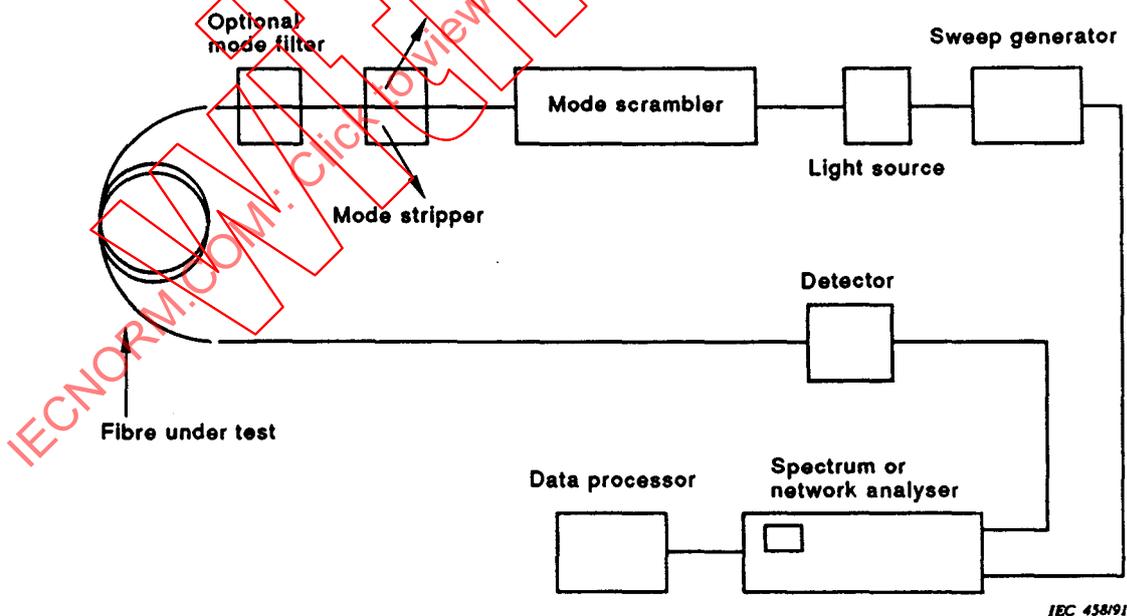
- Date of test.
- Title of test.
- Fibre identification.
- Length of fibre sample.
- Nominal wavelength of measurement.
- Bandwidth (BW) defined by the -3 dB (optical) point of the amplitude-frequency curve.

### 39.4.2 Available information

The following data shall be available on request:

- Source wavelength and spectral width.
- Launch type.
- Test arrangement.
- Full input and output frequency response curves.
- Spectral resolution of the test equipment.

Figure 22 is replaced by the diagram below:



Page 116

Article 43

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

### 43 Ouverture numérique – Répartition de la lumière en champ lointain

#### 43.1 Définitions opérationnelles - Ouverture numérique

L'ouverture numérique (ON) d'une fibre multimodale à gradient d'indice est un paramètre important qui décrit la capacité de la fibre à capter la lumière. Il est utilisé pour prévoir l'efficacité de l'injection, les pertes aux épissures et la tenue aux microcourbures et à la courbure.

L'ON théorique maximale d'une fibre multimodale à gradient d'indice est définie selon:

$$ON_{th} = \sin \theta_m$$

où  $\theta_m$  est le plus grand angle du rayon méridien pouvant être guidé par la fibre. En terme de profil d'indice de la fibre:

$$ON_{th} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

ou

$$ON_{th} = n_1 \sqrt{2\Delta}$$

où

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \text{ pour } \Delta \ll 1$$

$n_1$  est l'indice de réfraction maximal du coeur et  $n_2$  est l'indice de réfraction de la gaine optique.

L'ON peut être déterminée à partir du diagramme de rayonnement en champ lointain mesuré sur une courte longueur de fibre ou à partir du profil d'indice de la fibre. En utilisant la méthode du champ lointain, on obtient le diagramme de l'intensité énergétique d'une fibre / ( $\theta$ ) et l' $ON_{ff}$  est définie comme le Sinus du demi-angle où cette intensité correspond à 5 % de sa valeur maximale.

La relation entre l'ouverture numérique en champ lointain,  $ON_{ff}$ , et l'ouverture numérique théorique maximale,  $ON_{th}$ , dépend également de la longueur d'onde utilisée lors des mesures en champ lointain et du profil d'indice. Le plus souvent, les mesures en champ lointain sont effectuées à 850 nm, tandis que les mesures du profil d'indice sont effectuées à 540 nm ou 633 nm. Pour ces longueurs d'onde, la relation entre  $ON_{ff}$  et  $ON_{th}$  est donnée par  $ON_{ff} = k ON_{th}$  (1).

où  $k = 0,95$  si la mesure est faite à 540 nm et  $k = 0,96$  si cette mesure est faite à 633 nm.

Page 117

Clause 43

Delete the existing text and replace by the following:

### 43 Numerical aperture – Far-field light distribution

#### 43.1 Operational definitions - Numerical aperture

The numerical aperture (NA) of a graded index multimode fibre is an important parameter that describes a fibre's light gathering ability. It is used to predict launching efficiency, joint loss at splices, and micro/macrobending performance.

The maximum theoretical NA of a graded index multimode fibre is defined as:

$$NA_{th} = \sin \theta_m$$

where  $\theta_m$  is the largest meridional ray angle that will be guided by the fibre. In terms of the fibre's index profile

$$NA_{th} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

or

$$NA_{th} = n_1 \sqrt{2\Delta}$$

where

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \text{ for } \Delta \ll 1$$

$n_1$  is the maximum refractive index of the core and  $n_2$  is the refractive index of the cladding.

NA can be determined from a far-field radiation pattern measurement on a short length of fibre or from a measurement of a fibre's refractive index profile. Using the far-field method, the intensity pattern,  $I(\theta)$ , of a fibre is acquired and the  $NA_{ff}$  is defined as the sine of the half-angle where the intensity has decreased to 5 % of its maximum value.

The relationship between the far-field numerical aperture,  $NA_{ff}$ , and the maximum theoretical numerical aperture,  $NA_{th}$ , is also dependent upon the measurement wavelength of the far-field and profile measurements. Most far-field measurements are made at 850 nm whereas profile measurements are commonly made at 540 nm or 633 nm. For these wavelengths, the relationship between  $NA_{ff}$  and  $NA_{th}$  is given by:  $NA_{ff} = k NA_{th}$  (1).

where  $k = 0,95$  when the profile measurement is made at 540 nm and  $k = 0,96$  when the measurement is made at 633 nm.

$ON_{ff}$  à 850 nm sera l'ouverture numérique de la fibre. On peut obtenir directement cette valeur à partir d'une mesure en champ lointain à 850 nm ou, en utilisant l'équation (1), indirectement à partir de la mesure du profil.

#### 43.2 Méthode CEI 793-1-C6 – Répartition de la lumière en champ lointain

Cette procédure de test décrit une méthode de mesure de la distribution angulaire de l'intensité énergétique. L'ouverture numérique d'une fibre optique multimodale peut être calculée à partir des résultats de cette mesure en utilisant l'équation donnant  $ON_{ff}$  dans le paragraphe 43.1.

##### 43.2.1 Appareillage - dispositif d'injection

###### 43.2.1.1 Source de lumière

Il sera utilisé une source de lumière incohérente de manière à obtenir sur toute la surface de l'extrémité de l'échantillon une radiance sensiblement constante (variation de l'énergie < 10 %). Elle devra être stable en intensité énergétique et en position dans un intervalle de temps suffisant pour effectuer la mesure.

###### 43.2.1.2 Optique d'entrée

Un système de composants optiques sera utilisé pour créer une tache monochromatique (largeur totale à mi-hauteur du maximum d'amplitude < 100 nm) et de luminance sensiblement constante, d'un diamètre supérieur à celui de l'extrémité de l'échantillon à mesurer et d'ouverture numérique supérieure à celle de cet échantillon. Sauf spécification particulière, la longueur d'onde centrale devra être de 850 nm  $\pm$  25 nm. Un moyen de vérifier l'alignement de l'extrémité devra être utilisé. On pourra utiliser des filtres optiques pour limiter la largeur spectrale de la source.

###### 43.2.1.3 Support de l'extrémité d'entrée de la fibre et alignement

Un moyen de maintenir l'extrémité d'entrée de l'échantillon à mesurer sera tel qu'il permette un positionnement stable et reproductible sans introduire de déformation significative de la fibre.

Des dispositifs appropriés devront être utilisés pour aligner la face d'entrée à la lumière injectée.

###### 43.2.1.4 Extracteur de modes de gaine

Des moyens appropriés devront permettre d'éliminer la transmission de lumière dans la gaine de l'échantillon à mesurer. Souvent, le revêtement de la fibre est suffisant pour jouer ce rôle. Autrement, il sera nécessaire d'utiliser un suppresseur de modes de gaine aux deux extrémités de l'échantillon.

##### 43.2.2 Appareillage - dispositif de sortie et détection

Trois méthodes équivalentes peuvent être utilisées pour détecter la distribution (en champ lointain) angulaire de l'intensité énergétique issue de l'échantillon à mesurer. Les méthodes A et B sont des balayages angulaires du diagramme en champ lointain, la méthode C consiste en un balayage de la transformée spatiale du diagramme angulaire de l'intensité (un détecteur à balayage de petite ou de grande surface peut être utilisé).

$NA_{ff}$  at 850 nm nanometers shall be reported as the fibre's numerical aperture. This value may be obtained directly from a far-field measurement at 850 nm or, using equation (1), indirectly from a profile measurement.

#### 43.2 Method IEC 793-1-C6 – Far-field light distribution

This test procedure describes a method for measuring the angular radiant intensity (far-field) distribution from an optical fibre. The numerical aperture of a multimode optical fibre can be calculated from the results of this measurement using the equation for  $NA_{ff}$  described in Sub-clause 43.1.

##### 43.2.1 Apparatus - input system

###### 43.2.1.1 Light source

An incoherent light source capable of producing an area of substantially constant radiance (variations of less than  $< 10\%$  in intensity) on the endface of the test sample shall be used. It shall be stable in intensity and position over a time interval sufficient to perform the measurement.

###### 43.2.1.2 Input optics

A system of optical components shall be used to create a monochromatic ( $< 100$  nm full width half maximum) substantially constant radiance spot larger in diameter than the endface of the test sample and with a numerical aperture greater than that of the test sample. Unless otherwise specified, the centre wavelength shall be  $850 \text{ nm} \pm 25 \text{ nm}$ . A means of verifying the alignment of the endface shall be provided. Optical filters may be used to limit the spectral width of the source.

###### 43.2.1.3 Fibre input end support and alignment

A means of supporting the input end of the test sample shall be arranged to allow stable and repeatable positioning without introducing significant fibre deformation.

Suitable means shall be provided to align the input endface with respect to the launch radiation.

###### 43.2.1.4 Cladding mode stripper

Means shall be provided to remove cladding light from the test sample. Often the fibre coating is sufficient to perform this function. Otherwise, it will be necessary to use cladding mode strippers near both ends of the test sample.

##### 43.2.2 Apparatus - output system and detection

Three equivalent methods may be used to detect the angular radiant intensity (far-field) distribution from the test sample. Methods A and B are angular scans of the far-field pattern; method C is a scan of the spatial transform of the angular intensity pattern (a scanning small or large area detector may be used).

#### **43.2.2.1 Balayage angulaire, méthode A (voir figure 30A)**

##### **43.2.2.1.1 Support de l'extrémité de sortie de la fibre et alignement**

Un dispositif de support et d'alignement de l'extrémité de sortie de l'échantillon à mesurer devra être utilisé de telle sorte que la face de sortie de la fibre soit sur l'axe de rotation du détecteur optique et que l'axe de la fibre soit concourant avec cet axe de rotation.

Par exemple, un vé aspirant monté sur un positionneur micrométrique X-Y-Z, avec un microscope permettant d'aligner l'extrémité de la fibre conviendrait. Le dispositif peut comporter un goniomètre ou une platine de rotation entraînée par un moteur pas à pas.

##### **43.2.2.1.2 Mécanique du dispositif de détection**

Des dispositifs appropriés pour la rotation du détecteur optique seront utilisés de telle sorte que le détecteur décrive un arc suffisant pour couvrir pratiquement l'angle de rayonnement issu de l'échantillon testé (par exemple, un goniomètre calibré). L'axe de rotation du mécanisme devra coïncider avec l'extrémité de l'échantillon testé et le plan de rotation du mécanisme devra être parallèle à l'axe de l'échantillon. La position angulaire relative du détecteur par rapport à l'axe de l'échantillon testé devra pouvoir être enregistrée.

#### **43.2.2.2 Balayage angulaire, méthode B (voir figure 30B)**

L'échantillon testé devra être maintenu de telle sorte que la face de sortie du détecteur soit sur l'axe de rotation de la fibre optique et que l'axe du détecteur soit concourant avec l'axe de rotation. Ce mécanisme (par exemple goniomètre ou platine de rotation de précision) devra décrire un arc suffisant de telle sorte que tout le rayonnement issu de la sortie de l'échantillon testé balaye le détecteur fixe. C'est-à-dire que l'angle de rotation devra être supérieur à l'angle total du rayonnement à la sortie de l'échantillon testé. L'angle entre l'axe de l'échantillon et la ligne joignant le détecteur et la face de sortie de l'échantillon devra être enregistré.

#### **43.2.2.3 Balayage du diagramme du champ spatial, méthode C (voir figure 30C)**

##### **43.2.2.3.1 Support de l'extrémité de la fibre**

Un dispositif approprié maintenant et alignant l'extrémité de sortie de l'échantillon testé et permettant un positionnement stable et reproductible devra être utilisé.

#### 43.2.2.1 *Angular scan, method A (see figure 30A)*

##### 43.2.2.1.1 *Fibre output end support and alignment*

A means of supporting and aligning the output end of the test sample shall be used which allows alignment of the endface normal to and coincident with the axis of rotation of the optical detector.

For example a vacuum chuck mounted on X-Y-Z micropositioners, with a microscope fixture for aligning the fibre end would be suitable. Examples include a goniometer or stepper-motor driven rotational stage.

##### 43.2.2.1.2 *Detection system mechanics*

Suitable means for rotation of the optical detector shall be employed that allows the detector to scan an arc sufficient to detect essentially all output radiation from the test sample (for example, a calibrated goniometer). The axis of rotation of this mechanism shall coincide with the endface of the specimen and the rotation plane of this mechanism shall be parallel to the axis of the specimen. Means shall be provided for recording the relative angular position of the detector with respect to the test sample output axis.

#### 43.2.2.2 *Angular scan, method B (see figure 30B)*

A means of supporting the test sample shall be employed such that the output endface is perpendicular to and coincident with the axis of rotation of the test sample. This mechanism (i.e. goniometer or precision rotating stage) shall rotate sufficiently to allow all test sample output radiation in the plane of rotation to sweep past the fixed detector. That is, the rotation shall be greater than the total angle of the test sample output radiation. Means shall be provided to record the included angle formed by the specimen axis and the imaginary line between the detector and the specimen endface.

#### 43.2.2.3 *Scan of the spatial field pattern, method C (see figure 30C)*

##### 43.2.2.3.1 *Fibre output end support apparatus*

A means of supporting and aligning the test sample output end shall be provided which allows stable and repeatable positioning.

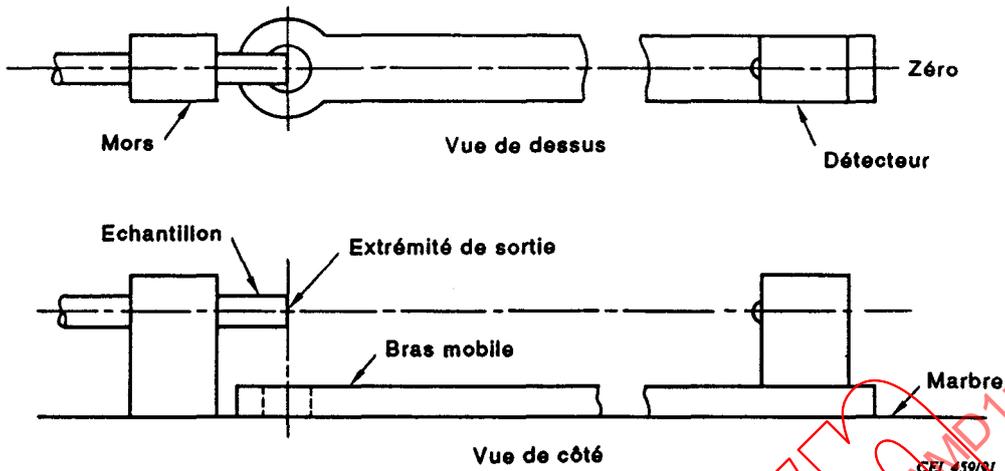


Figure 30A - Méthode A

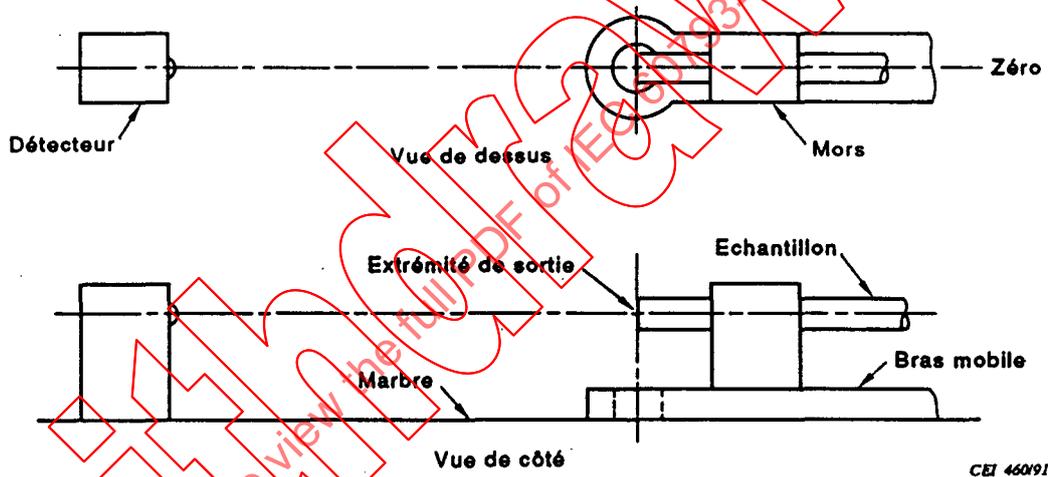


Figure 30B - Méthode B

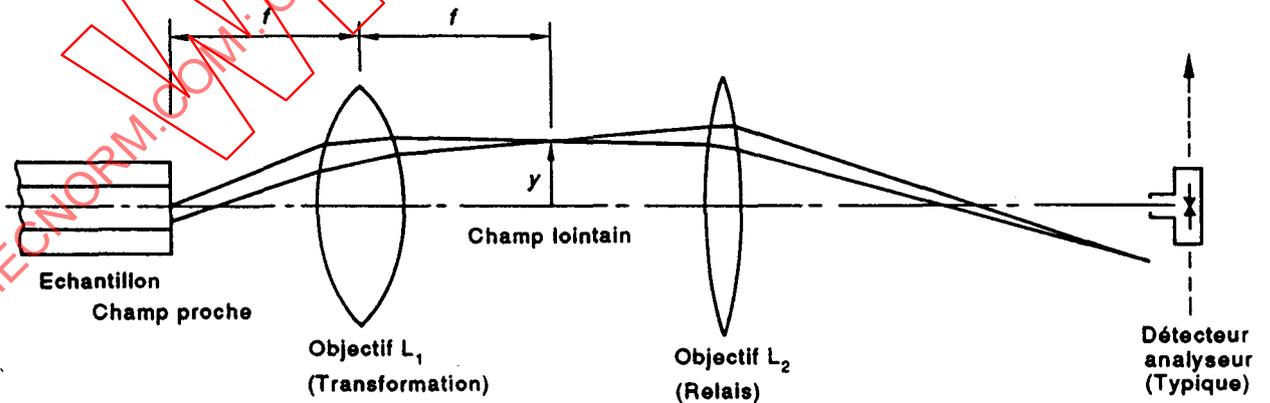


Figure 30C - Méthode C

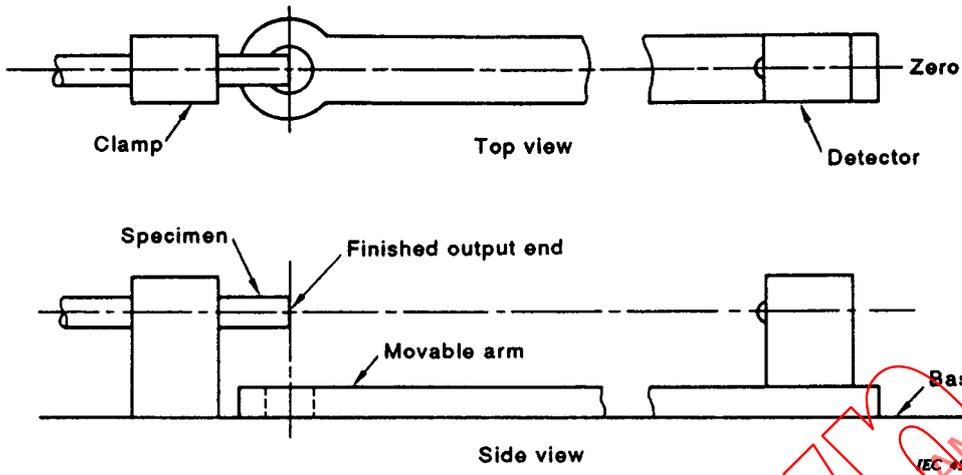


Figure 30A - Method A

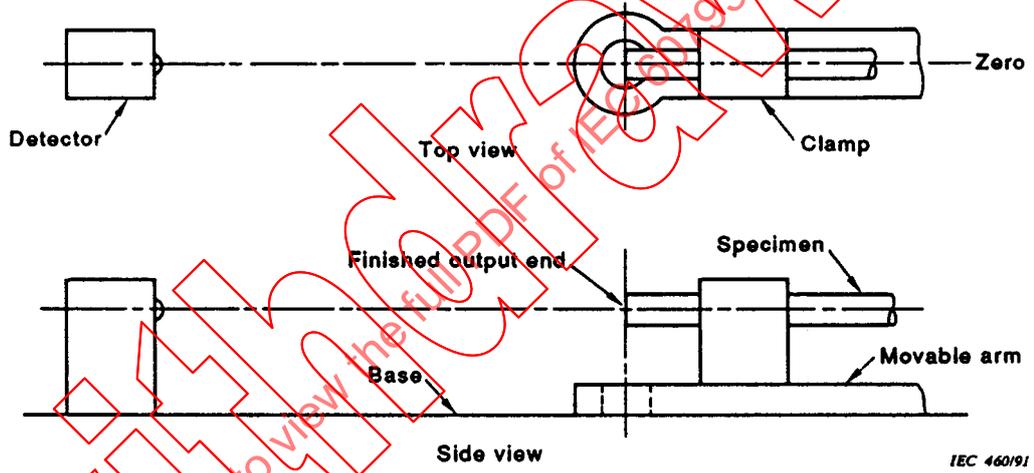


Figure 30B - Method B

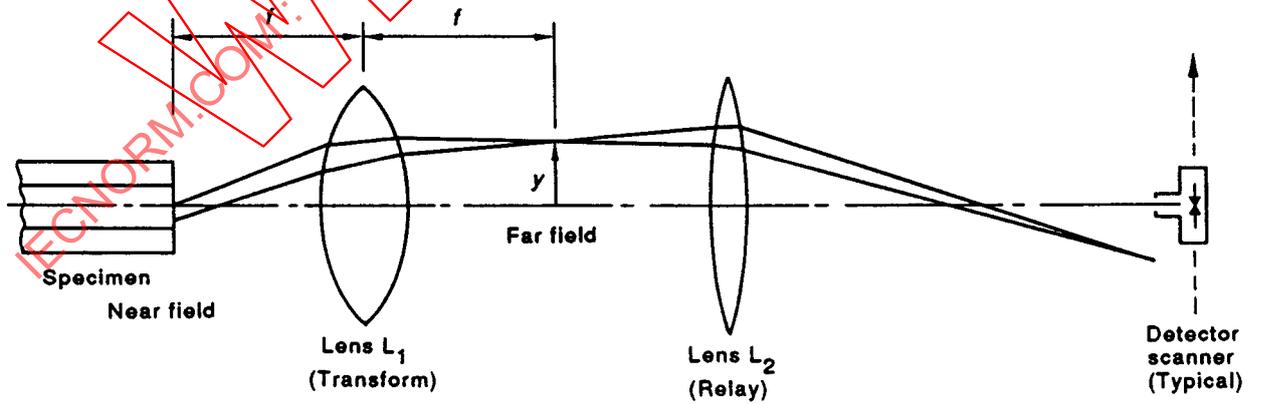


Figure 30C - Method C

#### 43.2.2.3.2 Transformation en champ lointain et projection

Une représentation spatiale du champ lointain de l'échantillon mesuré sera effectuée à l'aide de dispositifs appropriés, par exemple en utilisant un objectif de microscope ou d'autres objectifs bien corrigés pour obtenir la transformée de Fourier du diagramme de sortie de la fibre en champ proche. Ce diagramme ou son image sera analysé à l'aide d'un détecteur diaphragmé de façon à enregistrer l'intensité énergétique du champ lointain. Le diamètre du diaphragme sera inférieur ou égal à la moitié de la limite de diffraction du système:

$$d \leq \frac{1,22 M \lambda f}{2 D}$$

- où  $d$  est le diamètre du diaphragme (micromètres)  
 $\lambda$  est la longueur d'onde issue de la fibre (nanomètres)  
 $f$  est la distance focale de l'objectif de transformation (millimètres)  
 $D$  est le diamètre de coeur de la fibre (micromètres)  
 $M$  est le grandissement du plan focal arrière de l'objectif de transformation au plan d'analyse.

#### 43.2.2.3.3 Dispositif d'analyse

Une méthode d'analyse du diagramme en champ lointain en fonction du détecteur diaphragmé devra être utilisée.

#### 43.2.2.3.4 Calibrage du dispositif

Un calibrage devra être fait dans le but de mesurer le facteur de conversion donnant le déplacement du dispositif d'analyse en fonction du déplacement réel du balayage dans le plan focal arrière de l'objectif de transformation en champ lointain. Une mire calibrée, soigneusement placée dans le plan focal arrière de  $L_1$ , peut être utilisée à cet effet.

En outre, la relation entre la position de l'analyseur dans le plan de la transformation spatiale (le plan focal arrière de  $L_1$  dans la figure 30C) et l'angle d'émission ( $\theta$ ) par rapport à l'axe de sortie de l'échantillon sera:

$$y = f \sin \theta$$

- où  $y$  est la distance de l'axe optique au plan de transformation spatiale  
 $f$  est la distance focale de l'objectif de transformation  $L_1$   
 $\theta$  est l'angle par rapport à l'axe optique

#### 43.2.2.3.2 *Far-field transformation and projection*

A spatial representation of the far-field of the test sample shall be created by suitable means, for example, by using a microscope objective or other well-corrected lens to obtain the Fourier transform of the fiber output near-field pattern. This pattern or its image shall be scanned with respect to a pinhole aperture and detector so as to enable the far-field intensity to be recorded. The size of the pinhole aperture shall be less than or equal to one-half the diffraction limit of the system:

$$d \leq \frac{1,22 M \lambda f}{2 D}$$

where  $d$  is the diameter of the pinhole (micrometers).

$\lambda$  is the spectral wavelength emitted from the fibre (nanometers)

$f$  is the focal length of the transform lens (millimeters)

$D$  is the fibre core diameter (micrometers).

$M$  is the magnification from the back focal plane of the transforming lens to the scanning plane

#### 43.2.2.3.3 *Scanning system*

A method of scanning the far-field pattern with respect to the pinhole aperture and detector shall be provided.

#### 43.2.2.3.4 *System calibration*

A calibration shall be performed to measure the conversion factor that relates the distance of movement of the scanning system to the actual distance scanned in the back focal plane of the far-field transforming lens. A pattern of known dimensions, carefully placed in the back focal plane  $L_1$ , can be used for this purpose.

In addition, the factor that relates scan position in the spatial transformation plane (the back focal plane of  $L_1$  in figure 30C) to emission angle ( $\theta$ ) with respect to the specimen output end axis shall be determined as

$$y = f \sin \theta$$

where  $y$  is the distance from the central axis to the spatial plane

$f$  is the focal length of the transform lens,  $L_1$ .

$\theta$  is the angle with respect to the optical axis

#### 43.2.2.3.5 *Système d'enregistrement*

Un dispositif approprié devra permettre d'enregistrer  $E(y)$  l'intensité énergétique détectée en fonction de la position  $y$  de l'analyseur, et d'effectuer la correction de l'intensité énergétique détectée par:

$$I(\theta) = E(y) / \cos \theta$$

où  $I(\theta)$  est la distribution de l'intensité énergétique angulaire détectée par l'analyseur angulaire

$y$  est la distance du détecteur diaphragmé à l'axe optique

$E(y)$  est la radiance à la distance  $y$  de l'axe optique

$\theta$  est l'angle par rapport à l'axe de l'échantillon

#### 43.2.2.4 *Détecteur optique*

Il devra être utilisé un détecteur d'une linéarité meilleure que 5 % dans l'intervalle de mesure des intensités énergétiques rencontrées. Un diaphragme pourra être utilisé pour restreindre la taille effective du détecteur dans le but d'améliorer la résolution. Le détecteur ou le diamètre du diaphragme peuvent être déterminés à partir de la résolution angulaire désirée selon la formule:

$$D = \frac{\theta R}{0,006}$$

où  $D$  est le diamètre de l'ouverture du détecteur en micromètres

$\theta$  est la résolution angulaire désirée en degrés

$R$  est la distance de l'extrémité de sortie de l'échantillon au détecteur ou au diaphragme, en centimètres

Une résolution inférieure ou égale à 0,5 degré est habituellement utilisée.  $R$  doit aussi satisfaire à la clause de champ lointain:

$$R \geq \frac{d^2}{\lambda} \quad (R \text{ en millimètres})$$

où  $d$  est le diamètre de la région émettrice de l'échantillon testé, en micromètres

$\lambda$  est la longueur d'onde centrale de la source optique en nanomètres

Le diamètre approprié du diaphragme ou du détecteur pour la méthode C est donné en 43.2.2.3.2.

#### 43.2.3 *Echantillon mesuré*

L'échantillon mesuré de longueur  $2,0 \pm 0,2$  m devra être représentatif de la fibre.

Les extrémités de l'échantillon mesuré devront être lisses, planes et perpendiculaires à l'axe de la fibre. La précision de ces mesures est affectée par la non perpendicularité de la face de sortie. Des angles d'extrémité inférieurs à deux degrés sont recommandés.

#### 43.2.2.3.5 Recording system

Means shall be provided to record  $E(y)$ , the detected intensity as a function of the scan position  $y$ , and to correct the detected intensity as follows:

$$I(\theta) = E(y) / \cos \theta$$

where  $I(\theta)$  is the angular intensity distribution as detected by angular scan lens

$y$  is the distance from the axis of the spatial field pattern

$E(y)$  is the irradiance at distance  $y$  from the axis of the spatial pattern

$\theta$  is the angle with respect to the axis of the specimen output

#### 43.2.2.4 Optical detector

A detector that is linear within 5 % over the range of intensity encountered shall be used. A pin-hole aperture may be used to restrict the effective size of the detector in order to achieve increased resolution. The detector or aperture size can be determined according to the angular resolution that is desired for the apparatus according to the formula:

$$D = \frac{\theta R}{0,006}$$

where  $D$  is the detector aperture diameter in micrometers

$\theta$  is the desired angular resolution in degrees

$R$  is the distance from the sample output endface to the detector or aperture, in centimeters

A resolution of  $\leq 0,5$  degree is typically used.  $R$  must also meet the far-field requirement:

$$R \geq \frac{d^2}{\lambda} \quad (R \text{ in millimeters})$$

where  $d$  is the diameter of the emitting region of the test sample, in micrometers

$\lambda$  is the centre wavelength of the optical source in nanometers

Appropriate detector or aperture size for Method C is given in clause 43.2.2.3.2.

#### 43.2.3 Test sample

The test sample shall be a representative sample of fibre  $2,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$  in length.

The ends of the test sample shall be prepared smooth, flat and perpendicular to the fibre axis. The accuracy of these measurements is affected by a non-perpendicular endface. End angles less than two degrees are recommended.

#### 43.2.4 Procédure de mesure

43.2.4.1 Placer les extrémités de l'échantillon dans les supports. La face d'entrée de l'échantillon sera approximativement au centre de la tache image à luminance constante.

43.2.4.2 Régler la source optique à la longueur d'onde et à la largeur spectrale voulues.

43.2.4.3 Analyser le diagramme de rayonnement en champ lointain le long d'un diamètre et enregistrer l'intensité énergétique en fonction de la position angulaire.

#### 43.2.5 Calculs

##### 43.2.5.1 Angle de l'intensité à 5 %, $\theta_5$

La diagramme analysé devra être normalisé par rapport à la valeur de crête. Les points du diagramme pour lesquels l'intensité est de 5 % du maximum seront relevés. Le demi-angle entre ces deux points sera enregistré comme étant  $\theta_5$ .

##### 43.2.5.2 Ouverture numérique (ON<sub>ff</sub>)

L'ouverture numérique en champ lointain sera calculée en utilisant la formule:

$$ON_{ff} = \sin \theta_5$$

#### 43.2.6 Documents

43.2.6.1 Les informations suivantes devront être indiquées:

- Date de la mesure.
- Identification de l'échantillon mesuré.
- Résultats de mesures obtenus selon le paragraphe 43.2.5.
- Longueur d'onde de la source si elle est différente de 850 nm.

43.2.6.2 Les informations suivantes devront être disponibles:

- Longueur d'onde centrale et largeur spectrale des filtres interférentiels s'ils sont utilisés.
- La calibration du dispositif de détection et la résolution angulaire.
- Dimension et ouverture numérique de la tache lumineuse émise.
- Méthode de suppression des modes de gaine.
- Méthode d'analyse utilisée selon le paragraphe 43.2.2.

#### 43.2.4 Test procedure

43.2.4.1 Place the test sample ends in the support devices. The input end shall be at approximately the centre of the input plane of the focused image of the constant radiance spot.

43.2.4.2 Set the optical source to the desired wavelength and spectral width.

43.2.4.3 Scan the far-field radiation pattern along a diameter and record intensity versus angular position.

#### 43.2.5 Calculations

43.2.5.1 Five percent intensity angle,  $\theta_5$

The scanned pattern shall be normalized to the peak intensity. The points on the pattern at which the intensity is 5 % of the maximum shall be noted. Half the angle between these points shall be recorded as  $\theta_5$ .

43.2.5.2 Numerical aperture ( $NA_{ff}$ )

The far-field numerical aperture may be calculated using the following formula:

$$NA_{ff} = \sin \theta_5$$

#### 43.2.6 Documentation

43.2.6.1 The following information shall be reported:

- Test date.
- Test sample identification.
- Test results obtained in subclause 43.2.5.
- Source wavelength, if other than 850 nm.

43.2.6.2 The following information shall be available:

- Centre wavelength and spectral width of interference filters, if used.
- Detection system calibration and angular resolution.
- Size and numerical aperture of launch spot.
- Method of stripping cladding modes.
- Scanning method used in subclause 43.2.2.

Page 146

Tableau V

*Remplacer CEI XXX D3 – Rayonnement nucléaire (à l'étude) par: CEI 793-1-D3 – Rayonnement nucléaire.*

Article 50

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

## **50 Méthode CEI 793-1-D1 – Cycles de température**

### **50.1 Objet**

Cette méthode de mesure est applicable aux fibres optiques qui sont soumises à des cycles de température afin de déterminer la stabilité de l'affaiblissement d'une fibre soumise à des changements de température qui peuvent survenir durant le stockage, le transport et l'utilisation.

Les conditions d'essai pour ces mesures fonction de la température doivent simuler les conditions les plus mauvaises.

### **50.2 Préparation de l'échantillon**

L'échantillon est une longueur de fabrication ou une partie de longueur suffisante, comme indiqué dans la spécification particulière, cependant de longueur convenable pour obtenir la précision désirée (voir note).

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

Le résultat de l'essai pourrait être influencé par le rayon de courbure de la fibre. De ce fait, il convient de réaliser le conditionnement de l'échantillon le plus proche possible des conditions d'utilisation normale. Pour les essais sur bobine, la fibre doit être enroulée de telle façon que toutes les variations de ses caractéristiques (affaiblissement, longueur, etc.) qui pourraient se produire dans les conditions d'utilisation normale ne soient pas modifiées.

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: détail du conditionnement, type et matériaux du support, diamètre de la couronne échantillon ou de la bobine, etc.

NOTE - Par exemple, il est recommandé que la longueur minimale de la fibre soumise à l'essai ne soit pas inférieure à 1000 m en fibre A1 et 2 000 m en fibre B.

Page 147

Table V

*Replace IEC XXX D3 Nuclear radiation (under consideration) by IEC 793-1-D3 – Nuclear radiation.*

Clause 50

*Delete the existing text and replace by the following:*

## **50 Method IEC 793-1-D1 – Temperature cycling**

### **50.1 Object**

This measuring method applies to optical fibres which are tested by temperature cycling in order to determine the stability behaviour of the attenuation of a fibre submitted to temperature changes, which may occur during storage, transportation and use.

Test conditions for temperature dependent measurements must simulate the worst conditions.

### **50.2 Sample preparation**

The sample will be a factory length or a sample of sufficient length as indicated in the detail specification but the sample should be of an appropriate length to achieve the desired accuracy (see note).

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

The result of the test could be influenced by the bending radius of the fibre. In this respect, sample conditioning should be realized as close as possible to normal usage conditions. In the case of testing on a reel, the fibre has to be wound up in such a way that all the changes of fibre characteristics (attenuation, length, etc.) which could occur in normal usage conditions are not altered.

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

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

**NOTE** - For example, it is recommended that the minimum length of fibre submitted to the test should be not less than 1 000 m for A1 and 2 000 m for B fibre.

Les recommandations générales sont les suivantes:

- le diamètre d'enroulement doit être suffisamment grand pour laisser à la fibre la possibilité de s'adapter à la dilatation et la contraction différentielles. Un diamètre d'enroulement substantiellement plus grand que la valeur retenue pour la livraison de la fibre peut être nécessaire.
- Tout risque de limitation à la dilatation (ou à la contraction) de la fibre créé par le conditionnement doit être supprimé. En particulier, il convient de prendre un soin spécial pour éviter toute tension résiduelle sur la fibre durant l'essai, par exemple, un enroulement serré sur bobine n'est pas recommandé, car il peut limiter la contraction de la fibre à basse température. D'autre part, un enroulement multicouche serré peut limiter la dilatation à température élevée.
- L'utilisation d'un enroulement lâche est recommandé, tel que couronnes de grand diamètre, bobine avec matelas amortisseur en couche molle, ou dispositif de relâchement des contraintes, etc.

L'essai est généralement destructif du fait de la difficulté à ré-enrouler correctement l'échantillon de fibre après l'essai.

### 50.3 Appareillage

- a) Un appareil de mesure adéquat pour la détermination de la variation d'affaiblissement devra être utilisé. Voir les articles 29 à 33 de la section quatre.
- b) Chambre climatique

La chambre climatique doit être d'une grandeur suffisante pour contenir l'échantillon et doit être conçue afin que la température puisse être contrôlée à  $\pm 3$  K de la température d'essai prescrite.

Un exemple de chambre appropriée est décrit dans l'article 2, essai Nb de la CEI 68-2-14 (1984).

### 50.4 Procédure

- a) Mesure initiale

L'échantillon doit être examiné visuellement et une valeur de référence de l'affaiblissement doit être déterminée à la température initiale. Les conditions de préconditionnement doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

- b) Conditionnement

- 1) L'échantillon, étant à la température ambiante, doit être introduit dans la chambre climatique, celle-ci étant également à la température ambiante. Les conditions préalables doivent être convenues entre le fournisseur et l'acheteur.
- 2) La température dans la chambre doit ensuite être abaissée 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.

General recommendations are as the following:

- The winding diameter must be large enough to enable the fibre to accommodate differential expansion and contraction. A winding diameter substantially greater than the value selected for fibre delivery may be necessary.
- Any risk of fibre expansion (or contraction) limitation created by conditioning must be suppressed. In particular, special care should be taken to avoid tension remaining on the fibre during the test, for example a tight winding on a reel is not recommended as it can limit fibre contraction at low temperature. On the other hand, a tight multilayer winding can limit expansion at high temperature.
- Use of loose winding is recommended, such as large diameter coils, bufferized reels with a soft layer or zero tension facility device, etc.

The test is commonly destructive due to the difficulty to rewind properly the fibre sample after the test.

### 50.3 Apparatus

a) An appropriate attenuation measuring set for the determination of attenuation change shall be used. See clauses 29 to 33 of Section Four.

b) Climatic chamber

The size of the climatic chamber shall be suitable to accommodate the sample, and its temperature shall be controllable to remain within  $\pm 3$  K of the specified testing temperature.

An example of a suitable chamber is given in clause 2, test Nb of IEC 68-2-14 (1984).

### 50.4 Procedure

a) Initial measurement

The sample shall be visually inspected and a basic value for attenuation determined at ambient temperature. Pre-conditioning has to be agreed between purchaser and supplier.

b) Conditioning

1) The sample, while being at the ambient temperature shall be introduced into the test chamber, the latter also being at that temperature. Preconditions have to be agreed between supplier and purchaser.

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 condition 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) Lorsque la stabilité 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 descendue jusqu'à la température ambiante à la vitesse de refroidissement appropriée.
- 7) Cette procédure constitue un cycle (voir figure 37).
- 8) L'échantillon doit être soumis à deux cycles, sauf prescription contraire dans la spécification particulière correspondante.
- 9) La spécification particulière doit indiquer:
  - i) la variation de l'affaiblissement et les contrôles pendant le conditionnement;
  - ii) la ou les périodes après lesquelles ceux-ci doivent être effectués.
- 10) Avant retrait de la chambre, l'échantillon en essai doit avoir atteint la stabilité thermique à la température ambiante.
- 11) La valeur des températures  $T_A$  et  $T_B$  ainsi que le temps  $t_1$  doivent être donnés dans la spécification particulière.

La vitesse de refroidissement (ou de chauffe) doit être spécifiée dans la spécification particulière. Il convient de prendre des précautions pour que la température de la fibre ne diffère pas de manière significative de la température spécifiée pour la chambre climatique à la fin des phases de refroidissement (ou de chauffe).

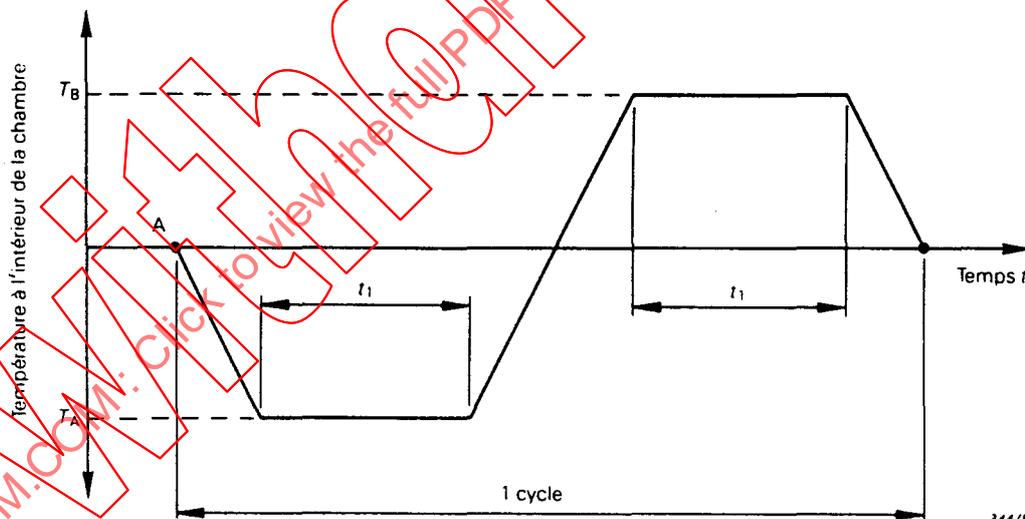


Figure 37 - Température à l'intérieur de la chambre

c) Retour aux conditions initiales

- 1) Si la température ambiante ne correspond pas aux conditions atmosphériques normalisées à utiliser pour essai après sortie de la chambre, on doit s'assurer que l'échantillon a atteint la stabilité de température à cette dernière condition.
- 2) La spécification particulière correspondante peut exiger une période de reprise spécifique à un type d'échantillon donné.

- 5) After temperature stability in the chamber has been reached, the sample shall be exposed to the high temperature condition 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.
- 7) This procedure constitutes one cycle (see figure 37).
- 8) The sample shall be subjected to two cycles, unless otherwise required in the relevant detail specification.
- 9) The relevant detail specification shall state:
  - i) the change of attenuation and inspection checks, during conditioning;
  - ii) the period(s) after which they are to be carried out.
- 10) Before removal from the chamber, the sample under test shall have reached temperature stability at the ambient temperature.
- 11) The value of  $T_A$  and  $T_B$  and  $t_1$  shall be specified in the detail specification.

The rate of cooling (or heating) shall be specified in the detail specification. Care should be taken in order that the temperature of fibre does not significantly differ from the specified temperature of the climatic chamber at the end of the cooling (or heating) phases.

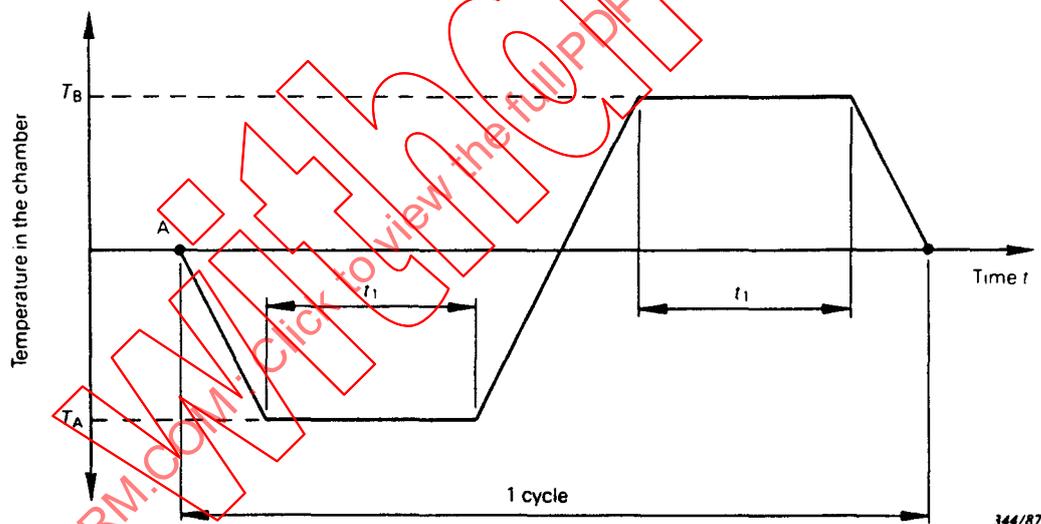


Figure 37 - Temperature inside the chamber

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.

## 50.5 Résultats

### a) Mesures finales:

Les échantillons doivent être examinés visuellement et contrôlés optiquement et mécaniquement suivant les prescriptions de la spécification applicable.

### b) Les renseignements suivants doivent être fournis avec les résultats:

- Diamètre de la couronne ou de la bobine
- Détails du conditionnement:
  - couronne, bobine, autre (à préciser - en cas de touret avec matelas amortisseur, type de matelas utilisé),
  - simple ou multicouche,
  - spires parallèles ou en nid d'abeille,
  - tension d'enroulement et dispositif de relâchement des contraintes, s'il existe,
  - type et matériaux du support,
  - position de l'échantillon (horizontale/verticale).
- Longueurs de fibre en essai.
- Préparation des extrémités.
- Caractéristiques de l'équipement de mesure incluant le type des appareils de mesure et les conditions d'injection.
- Sévérité de l'essai (nombre de cycles, diagramme des cycles de température). Températures et temps doivent être enregistrés.
- Si l'humidité est contrôlée ou non. Dans le cas où le taux d'humidité est contrôlé, il y a lieu de noter les taux d'humidité pour chaque température extrême.
- Variation d'affaiblissement à une longueur d'onde spécifiée en fonction des cycles de température et indication de la précision.

Page 152

Article 52

*Supprimer le texte existant et le remplacer par le texte suivant:*

## 52 Méthode CEI 793-1-D3 – Rayonnement nucléaire

Procédure de mesure des effets d'irradiation gamma dans les fibres optiques et les câbles à fibres optiques.

### 52.1 Objet

Cette méthode d'essai décrit une méthode de mesure de la réponse permanente des fibres optiques et des câbles à fibres optiques exposés au rayonnement gamma. Elle peut être utilisée pour déterminer le niveau de l'affaiblissement induit par radiation sur les fibres optiques unimodales ou multimodales, sous forme câblée ou non câblée, du fait de l'exposition au rayonnement gamma. Cet essai n'est pas un essai de matériaux pour les matériaux constitutifs non optiques d'un câble à fibres optiques. S'il faut étudier la dégradation des matériaux de câble exposés à l'irradiation, d'autres méthodes d'essai seront nécessaires.

## 50.5 Results

### a) Final measurements:

The samples shall be visually inspected and optically and mechanically checked, as required in the relevant specification.

### b) The following data shall be presented with the results:

- Diameter of the sample coil or reel
- Details of winding:
  - coil, reel, other (to be stated - in the case of a bufferized reel, the type of buffering used),
  - single or multilayer,
  - open winding or basket weave,
  - winding tension and zero tension facility device if any,
  - type and materials of the holder,
  - position of the sample (vertically/horizontally)
- Fibre length under test.
- End preparation.
- Test set data including type of measurement equipment and launching conditions.
- Severity of test (number of cycles, temperature cycle diagram). Temperatures and times to be recorded.
- If humidity is controlled or uncontrolled. If the humidity level is controlled, the humidity levels at each temperature extreme should be reported.
- Change of attenuation at a specified wavelength as a function of temperature cycling including indication of accuracy.

Page 153

Clause 52

*Delete the existing text and replace by the following:*

## 52 Method IEC 793-1-D3 – Nuclear radiation

Procedure for measuring gamma irradiation effects in optical fibres and optical cables.

### 52.1 Scope

This test procedure outlines a method for measuring the steady state response of optical fibres and optical cables exposed to gamma radiation. It can be employed to determine the level of radiation-induced attenuation produced in single-mode or multimode optical fibres, in either cables or uncabled form, due to exposure to gamma radiation. This test is not a materials test for the non-optical material components of a fibre optic cable. If degradation of cable materials exposed to irradiation is to be studied, other test methods will be required.

### 52.1.1 *Élément de base*

L'affaiblissement des fibres optiques câblées et non câblées augmente généralement lorsqu'elles sont exposées au rayonnement gamma. Ceci est principalement dû à l'emprisonnement des électrons radiolytiques et des trous aux emplacements défectueux du verre (c'est-à-dire formation de centres de couleur). Cette méthode d'essai porte sur deux régimes le régime de débit de dose peu élevé, approprié à l'évaluation de l'effet du rayonnement ambiant, et le régime de débit de dose élevé, approprié à l'évaluation de l'effet des environnements nucléaires défavorables. L'essai des effets du rayonnement ambiant est réalisé en mesurant l'affaiblissement conformément à la méthode CEI 793-1-C1A. Les effets des environnements nucléaires défavorables sont examinés en surveillant la puissance avant, pendant et après l'exposition de l'échantillon d'essai au rayonnement gamma. La dépopulation des centres colorés par la lumière (photodécoloration) ou par la chaleur, provoque le rétablissement (diminution de l'affaiblissement induit par rayonnement). Le rétablissement peut se produire sur une large gamme de durée comprise entre  $10^{-2}$  secondes et  $10^{+4}$  secondes. Ceci complique la caractérisation de l'affaiblissement induit par rayonnement, puisque celui-ci dépend de nombreuses variables telles que la température de l'environnement d'essai, la configuration de l'échantillon, la dose totale, le débit de dose appliqués à l'échantillon et le niveau lumineux utilisé pour cette mesure.

### 52.1.2 *Avertissement*

Des règles strictes et des possibilités de protection adaptées doivent être adoptées dans le laboratoire pour cet essai. Il faut faire appel à un personnel qualifié soigneusement choisi pour exécuter cet essai qui peut être extrêmement dangereux s'il est incorrectement réalisé ou sans les conditions requises.

## 52.2 *Matériel d'essai (voir figures 38A et 38B)*

### 52.2.1 *Source de rayonnement*

#### 52.2.1.1 *Essai du rayonnement ambiant*

Le Cobalt 60 ou une source ionisante équivalente doit être employé pour fournir le rayonnement gamma à un débit de dose peu élevé  $\leq 20$  rad/h (voir figure 38A).

#### 52.2.1.2 *Essai des environnements nucléaires défavorables*

Le Cobalt 60 ou une (des) source(s) ionisante(s) équivalente(s) doit être employé pour fournir le rayonnement gamma à un débit de dose désiré, compris entre 5 rad/s et 250 rad/s (voir figure 38B).

### 52.2.2 *Source lumineuse*

Une source lumineuse, telle qu'une lampe à incandescence à halogène, un ensemble de lasers ou des DEL, doit être employée pour produire une énergie rayonnante de longueur d'onde de 850 nm, de 1 300 nm et 1 550 nm ou d'autres longueurs d'onde indiquées dans la spécification particulière. La source lumineuse doit être d'intensité stable sur une durée suffisante pour effectuer la mesure. La puissance couplée de la source dans l'échantillon d'essai doit être  $\leq 30$  dBm ( $1,0 \mu\text{W}$ ) ou conforme à la spécification particulière. La source lumineuse doit être modulée avec un signal pulsé avec un cycle de fonctionnement de 50 %.

NOTE - Si l'on utilise une source qui couple plus de  $1,0 \mu\text{W}$ , une photodécoloration peut se produire.

### 52.1.1 Background

The attenuation of cabled and uncabled optical fibres generally increases when exposed to gamma radiation. This is primarily due to the trapping of radiolytic electrons and holes at defective sites in the glass (i.e. the formation of colour centres). This test procedure focuses on two regimes of interest: the low dose rate regime suitable for estimating the effect of environmental background radiation, and the high dose rate regime suitable for estimating the effect of adverse nuclear environments. The testing of the effects of environmental background radiation is achieved with an attenuation measurement approach similar to IEC 793-1-C1A. The effects of adverse nuclear environments are tested by monitoring the power before, during and after exposure of the test sample to gamma radiation. The depopulation of colour centres by light (photobleaching) or by heat causes recovery (lessening of radiation-induced attenuation). Recovery may occur over a wide range of time scales ranging from  $10^{-2}$  seconds to  $10^{+4}$  seconds. This complicates the characterization of radiation-induced attenuation since the attenuation depends on many variables including the temperature of the test environment, the configuration of the sample, the total dose, the dose rate applied to the sample and the light level used to measure it.

### 52.1.2 Caution

Strict regulations and suitable protective facilities must be adopted in the laboratory for this test. Carefully selected trained personnel must be used to perform this test. It can be extremely hazardous to test personnel if it is improperly performed or without qualified conditions.

## 52.2 Test equipment (see figures 38A and 38B)

### 52.2.1 Radiation source

#### 52.2.1.1 Testing of environmental background radiation

A  $^{60}\text{Co}$  or equivalent ionizing source shall be used to deliver gamma radiation at a low dose rate of  $\leq 20$  rad/h (see figure 38A).

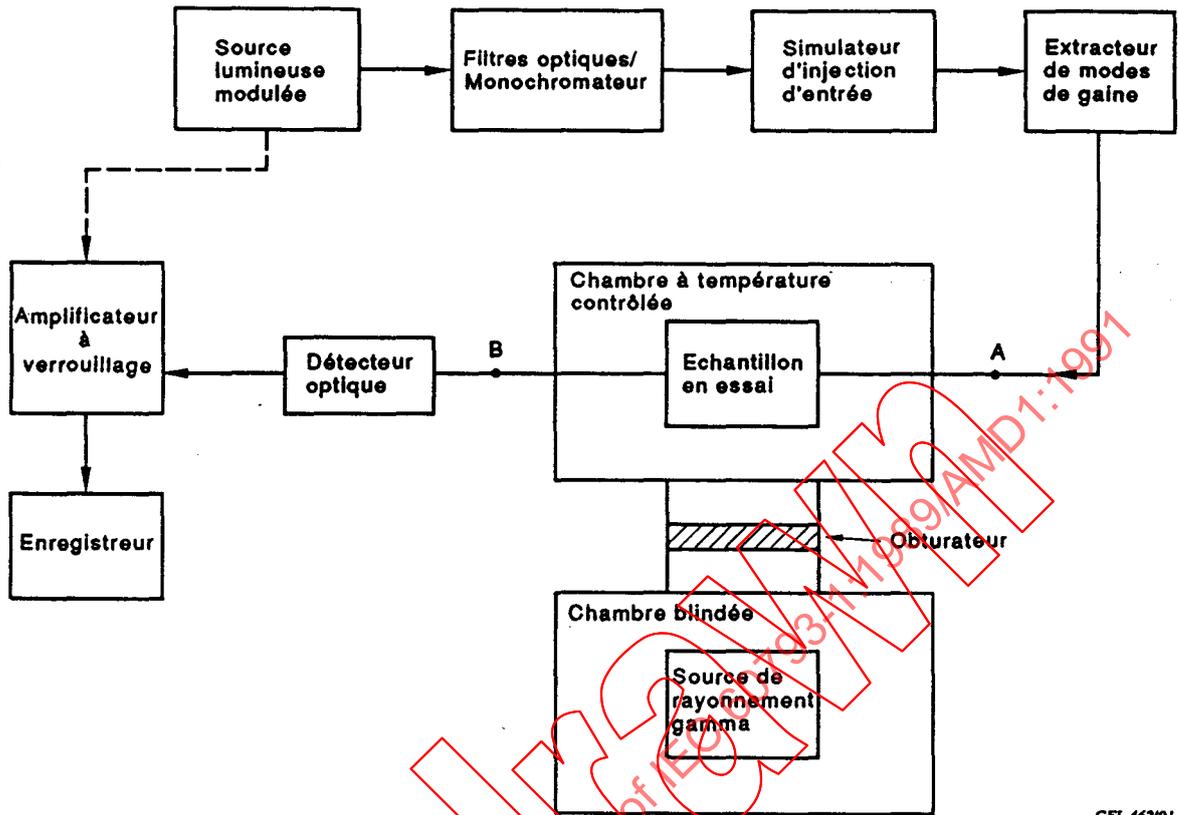
#### 52.2.1.2 Testing of adverse nuclear environments

A  $^{60}\text{Co}$  or equivalent ionizing source(s) shall be used to deliver gamma radiation at a desired dose rate ranging between 5 rad/s and 250 rad/s (see figure 38B).

### 52.2.2 Light source

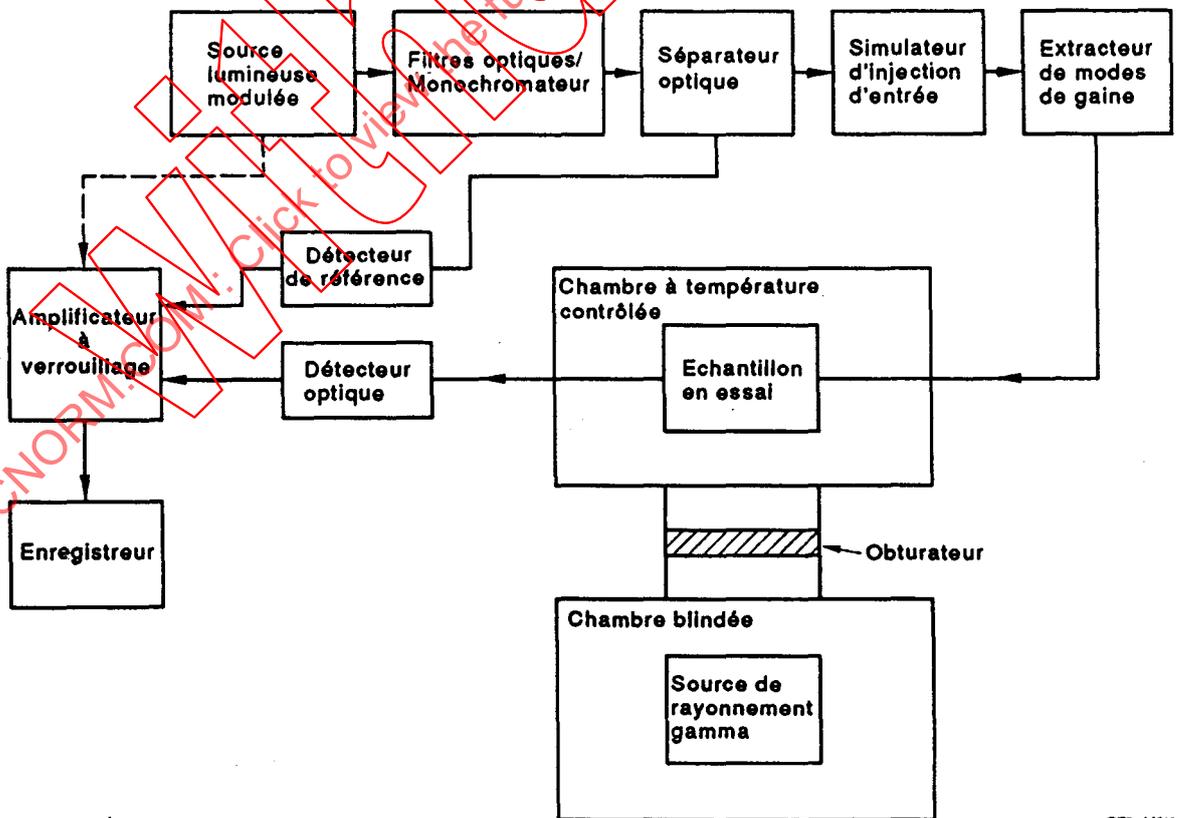
A light source such as a tungsten-halogen lamp or a set of lasers or LEDs shall be used to produce radiant energy at wavelengths of 850 nm, 1300 nm and 1550 nm or at wavelengths as specified in the Detail Specification. The light source shall be stable in intensity over a time period sufficient to perform the measurement. The power coupled from the source into the test sample shall be  $\leq 30$  dBm (1,0  $\mu\text{W}$ ) or as specified in the Detail Specification. The light source shall be modulated with a pulsed signal at a 50 % duty cycle.

NOTE - If a source that couples more than 1,0  $\mu\text{W}$  is used, photobleaching may occur.



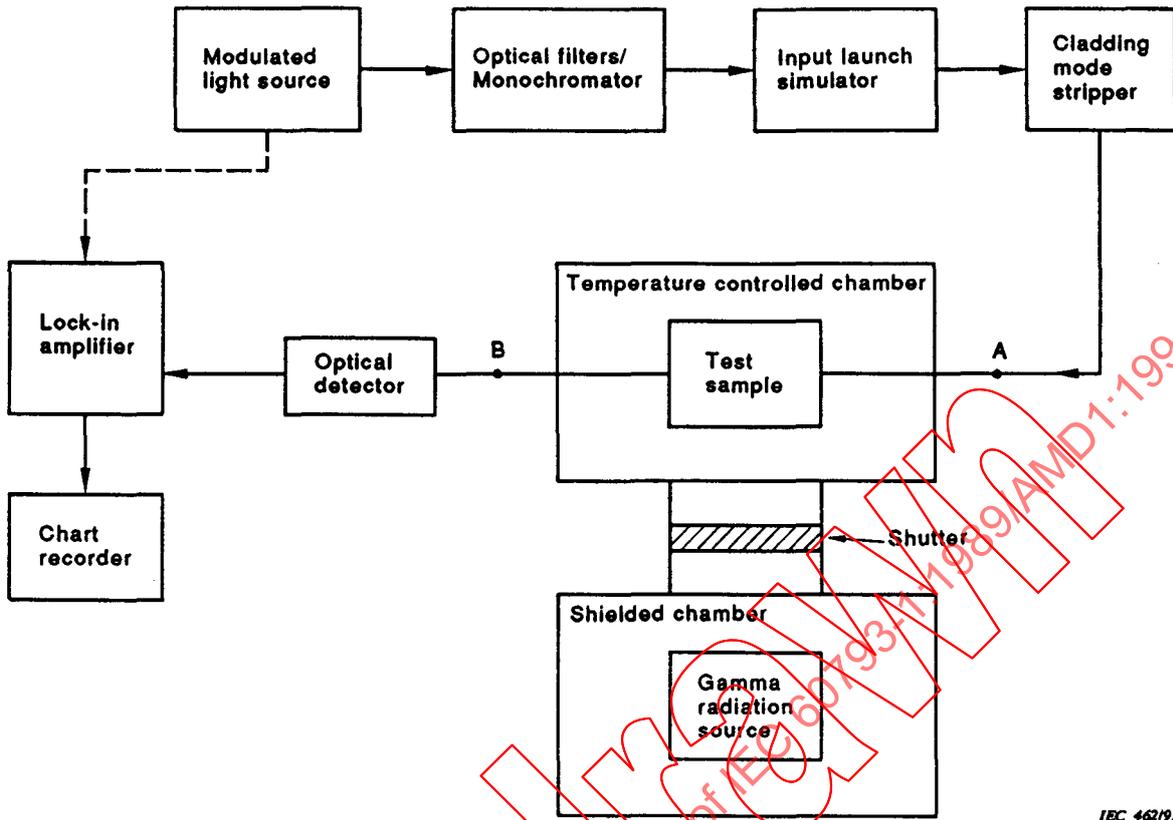
CEI 46291

Figure 38A



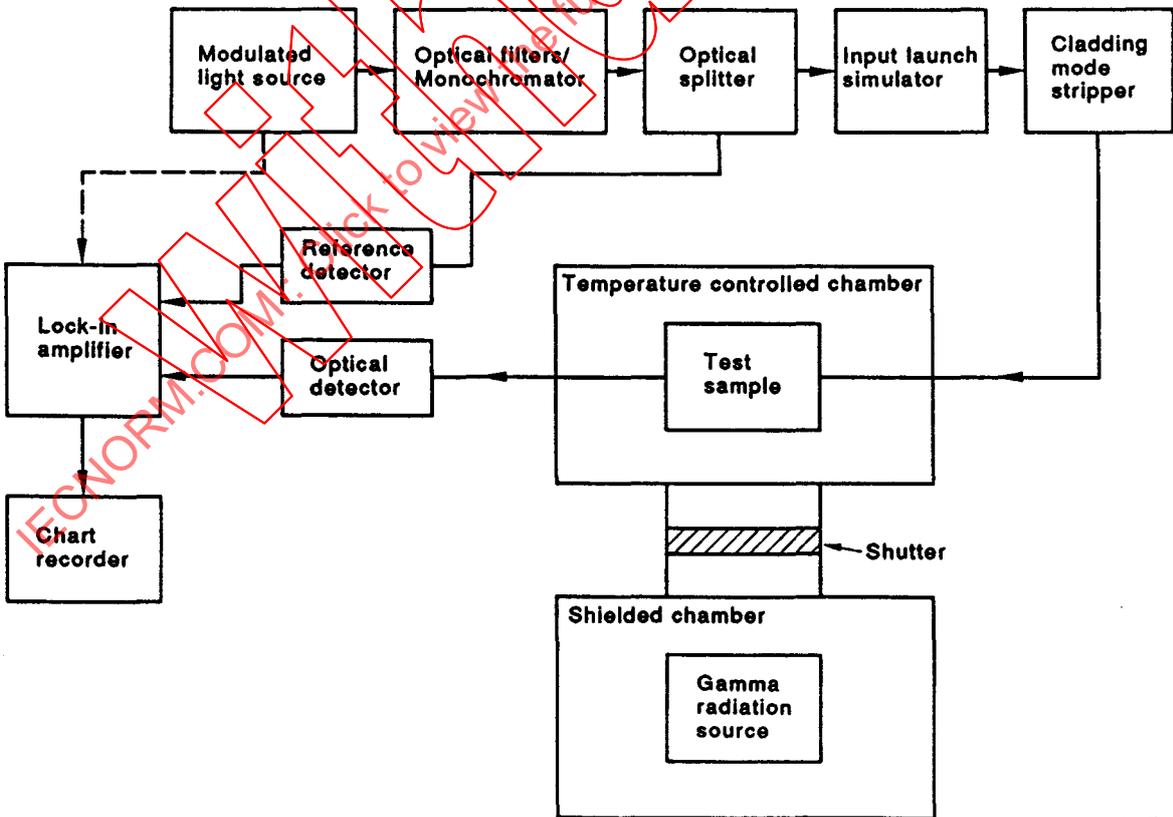
CEI 463191

Figure 38B



IEC 462/91

Figure 38A



IEC 463/91

Figure 38B

### 52.2.3 *Fibres optiques/monochromateurs*

Sauf indication contraire, des longueurs d'onde de 850 nm  $\pm$  20 nm, 1 300 nm  $\pm$  20 nm, et de 1 550 nm  $\pm$  20 nm seront obtenues en filtrant la source lumineuse avec un ensemble de filtres optiques ou un monochromateur. La largeur de bande optique de 3 dB des filtres doit être inférieure ou égale à 25 nm.

### 52.2.4 *Extracteur de modes de gaine*

En cas de nécessité, un dispositif extracteur des modes de gaine doit être utilisé à l'extrémité d'entrée et à l'extrémité de sortie de l'échantillon d'essai. Si les matériaux de revêtement de la fibre sont conçus pour extraire les modes de gaine, l'extracteur de modes de gaine n'est pas nécessaire.

### 52.2.5 *Support de la fibre et appareillage de montage*

Il faut prévoir un support stable de l'extrémité d'entrée de l'échantillon en essai, tel qu'un mandrin à vide. Ce support doit être installé sur un dispositif de montage de manière que l'extrémité de l'échantillon puisse être placée de façon répétitive, dans le faisceau d'entrée.

### 52.2.6 *Séparateur optique (voir figure 39)*

Un séparateur optique détournera une faible partie de la lumière d'entrée vers un détecteur de référence. On utilisera un trajet de référence pour surveiller les fluctuations du système pendant la durée de l'essai.

### 52.2.7 *Simulateur d'injection d'entrée*

#### 52.2.7.1 *Fibres de catégorie A1 (Fibres multimodales à gradient d'indice)*

On doit utiliser un simulateur de modes à l'équilibre pour affaiblir les modes de propagation d'ordre supérieur et pour établir une répartition des modes à l'équilibre près de l'extrémité d'entrée de la fibre. Il faut se référer à la méthode CEI 793-1-C-1A pour obtenir des instructions sur la façon d'établir les conditions appropriées d'injection pour les fibres multimodales de catégorie A1 à gradient d'indice.

#### 52.2.7.2 *Fibres de catégorie B (Fibres unimodales)*

On peut utiliser un système optique à lentille ou une fibre amorce pour exciter la fibre d'essai. La puissance couplée dans l'échantillon d'essai doit être stable pendant la durée de l'essai. Si l'on utilise un système optique à lentilles, on peut rendre le montage de la fibre moins sensible en injectant à saturation l'extrémité de la fibre dans l'espace et angulairement. Si l'on utilise une fibre amorce, il peut être nécessaire d'employer un matériau adaptateur d'indice, pour éliminer les effets d'interférence. Un filtre de mode d'ordre supérieur doit être utilisé pour enlever les modes d'ordre supérieur se propageant dans une gamme de longueur d'onde supérieure ou égale à la longueur d'onde de coupure de la fibre en essai. Les conditions d'essai spécifiées dans la méthode CEI 793-1-C7A satisfont à cette exigence.

#### 52.2.7.3 *Fibres de catégorie A2.1 et A2.2 (Fibres à quasi-saut d'indice et à saut d'indice)*

Les conditions d'injection doivent être créées comme indiqué dans la Spécification particulière.

### 52.2.3 *Optical filters/monochromators*

Unless otherwise specified, wavelengths of 850 nm  $\pm$  20 nm, 1 300 nm  $\pm$  20 nm, and 1 550 nm  $\pm$  20 nm shall be obtained by filtering the light source with a set of optical filters or a monochromator. The 3 dB optical bandwidth of the filters shall be less than or equal to 25 nm.

### 52.2.4 *Cladding mode stripper*

When necessary, a device that extracts cladding modes shall be employed at the input end and output end of the test sample. If the fibre coating materials are designed to strip cladding modes, a cladding mode stripper is not required.

### 52.2.5 *Fibre support and positioning apparatus*

A means of stably supporting the input end of the test sample, such as a vacuum chuck, shall be arranged. This support shall be mounted on a positioning device so that the end of the test sample can be repeatedly positioned in the input beam.

### 52.2.6 *Optical splitter (see figure 39)*

An optical splitter shall divert a small portion of the input light to a reference detector. The reference path shall be used to monitor system fluctuations for the duration of the test.

### 52.2.7 *Input launch simulator*

#### 52.2.7.1 *Category A1 fibres (graded index multimode fibre)*

An equilibrium mode simulator shall be used to attenuate higher order propagation modes and to establish a steady-state mode condition near the input end of the fibre. Refer to IEC 793-1-C1A for instructions on how to establish proper launch conditions for Category A1 graded index multimode fibres.

#### 52.2.7.2 *Category B fibres (single-mode fibre)*

An optical lens system or fibre pigtail may be employed to excite the test fibre. The power coupled into the test sample must be stable for the duration of the test. If an optical lens system is used, a method of making the positioning of the fibre less sensitive is to overfill the fibre end spatially and angularly. If a pigtail is used, it may be necessary to use index matching material to eliminate interference effects. A high order mode filter shall be employed to remove high order propagating modes in the wavelength range greater than or equal to the cut-off wavelength of the test fibre. The test condition specified in IEC 793-1-C7A satisfies this requirement.

#### 52.2.7.3 *Categories A2.1 and A2.2 (quasi-step and step index fibres)*

Launch conditions shall be created as specified in the Detail Specification.