

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60794-1-1

1999

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1
2000-01

Amendement 1

Câbles à fibres optiques –

Partie 1-1:

Spécification générique – Généralités

Amendment 1

Optical fibre cables –

Part 1-1:

Generic specification – General

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembeé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

E

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86A/520/FDIS	86A/551/RVD

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

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter le titre de la nouvelle annexe D suivant.

Annexe D (informative) Guide des effets de l'hydrogène dans les câbles à fibres optiques

Page 74

Ajouter, après l'annexe C, la nouvelle annexe D comme suit:

FOREWORD

This amendment has been prepared by sub-committee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86A/520/FDIS	86/551/RVD

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

Page 3

CONTENTS

Add the title of a new annex D as follows:

Annex D (informative) Guide to hydrogen effects in optical fibre cables

Page 75

Add, after annex C, a new annex D as follows:

Annexe D (informative)

Guide des effets de l'hydrogène dans les câbles à fibres optiques

D.1 Généralités

Les applications des câbles à fibres optiques sont très étendues au niveau mondial, dans les environnements terrestres et sous-marins, en prenant des dispositions pour avoir des caractéristiques de transmission stables pendant plusieurs années.

Au début des années quatre-vingts, on a établi que certaines conceptions de fibres optiques, pour certaines constructions de câbles, avaient tendance à provoquer des augmentations d'affaiblissement induites par l'hydrogène. Le mécanisme de perte induite par l'hydrogène a rapidement été établi et, à l'issue de vastes programmes de recherche et de développement, les conceptions de fibres ont été optimisées afin de minimiser ces effets. Les concepteurs de câbles ont établi des règles de conception adaptées et ont optimisé la sélection des matériaux de câble, également afin de minimiser les effets des augmentations d'affaiblissement induites par l'hydrogène pendant la durée de vie en fonctionnement.

L'amplitude de tout effet produit par l'hydrogène dépend du type de câble et de son environnement de fonctionnement.

Dans le cas de câbles à fibres unimodales adaptés pour des applications terrestres, l'expérience est suffisante pour nier toute prescription relative à un essai de câbles visant à détecter des concentrations significatives d'hydrogène pouvant provoquer une augmentation de la perte optique, en raison de l'environnement neutre au niveau de l'activité de l'hydrogène.

L'affaiblissement induit dans une fibre unimodale, provoqué par l'hydrogène, pour une pression partielle atteignant 10^4 Pa (98,692 ppm) n'est pas supérieur à 0,03 dB/Km et 0,06 dB/Km, à 1 310 nm et 1 550 nm respectivement. La pression d'équilibre dynamique ou l'équilibre d'hydrogène dans un câble terrestre sans barrière hermétique sera largement inférieure à 10^4 Pa et, ainsi, la fiabilité optique est assurée. Des valeurs types de 40,5 Pa équivalant à 400 ppm ont été mesurées pour un câble en conduite plusieurs années après l'installation [1]*. Pour ces pressions partielles, l'augmentation d'affaiblissement est insignifiante.

D.2 Evaluation des effets induits par l'hydrogène

En fonction du type de câble et de son environnement de fonctionnement prévu, une évaluation des effets induits [2]* par l'hydrogène peut être ou non justifiée. Le tableau D.1 donne un guide relatif à la nécessité de procéder à une évaluation des câbles du point de vue des augmentations d'affaiblissement induites par l'hydrogène.

* Les chiffres entre crochets renvoient à l'article D.4 Documents de référence.

Annex D (informative)

Guide to hydrogen effects in optical fibre cables

D.1 General

There is extensive application of optical fibre cables worldwide both for terrestrial and subsea environments with the provision of stable transmission characteristics over many years.

In the early 1980's it was established that some optical fibre designs in certain cable constructions were prone to hydrogen induced attenuation increases. The mechanism of the hydrogen induced loss was quickly established and after extensive research and development programmes, fibre designs were optimized to minimize the effects. Cable designers established suitable design rules and optimized the selection of cable materials to also minimize the effects of hydrogen induced attenuation increases during service life.

The magnitude of any hydrogen induced effect depends on the cable type and its operational environment.

In the case of suitably designed single mode fibre cables for terrestrial applications, there is sufficient experience to negate any requirement to test cables for significant concentrations of hydrogen which could cause an increase in optical loss due to the benign environment with respect to hydrogen activity.

The induced loss for single mode fibre due to hydrogen at a partial pressure of up to 10^4 Pa (98,692 ppm) is no greater than 0,03 dB/Km and 0,06 dB/Km, at 1 310 nm and 1 550 nm respectively. The dynamic equilibrium pressure or balance of hydrogen within a terrestrial cable with no hermetic barrier will be significantly less than 10^4 Pa, and therefore, optical reliability is ensured. Typical values of 40,5 Pa equivalent to 400 ppm have been measured for duct cable several years after installation [1]*. At these partial pressures, the attenuation increase is insignificant.

D.2 Evaluation of hydrogen induced effects

Depending on the cable type and its planned operational environment, an evaluation of hydrogen induced effects [2]* may or may not be warranted. Table D.1 offers a guide to the necessity to evaluate cables for hydrogen induced attenuation increases.

* Figures in square brackets refer to clause D.4 Reference documents.

Tableau D.1 – Critères d'évaluation des câbles à fibres optiques unimodales (SM) et multimodales (MM)

Construction du câble	Application / environnement									
	Directement enterré		Conduite		Aérien		Sub-aquatique*		Sous-marin	
	SM	MM	SM	MM	SM	MM	SM	MM	SM	MM
Métallique	1	2	1	2	1	2	2	2	2	**
Non métallique	1	2	1	2	1	2	1	2	**	**
Métaux différents	1	2	1	2	1	2	2	2	2	**
Barrière hermétique (c'est-à-dire tube métallique)	1	2	**	**	1	2	2	2	2	**
1 Pas d'évaluation. 2 L'évaluation est recommandée au niveau de la phase de recherche et de développement de la construction de câble concernée. * Traversées de fleuves – courte distance (aucune évaluation requise si le câble comporte des matériaux absorbant l'hydrogène). ** Constructions de câble non applicables.										

D.3 Effets de l'hydrogène dans les câbles à fibres optiques

Les câbles à fibres optiques unimodales et multimodales peuvent être dégradés au niveau optique du fait de l'accumulation de gaz hydrogène dans la structure du câble pendant sa durée de fonctionnement. L'amplitude de l'effet dépend des facteurs suivants:

- le type de fibre, sa composition/concentration en dopants et sa sensibilité inhérente à l'augmentation de l'affaiblissement induite par l'hydrogène;
- les niveaux de gaz hydrogène (c'est-à-dire la pression partielle) générés dans le câble pendant sa durée de fonctionnement;
- la conception du câble et, en particulier, le choix et la combinaison des matériaux utilisés dans sa construction;
- l'environnement de l'installation, y compris la température de fonctionnement.

Le gaz hydrogène peut se former dans un câble à partir de:

- l'hydrogène libéré par les composants du câble, y compris celui qui est associé aux effets de vieillissement à long terme sur les matériaux;
- l'hydrogène contenu dans l'air sous pression pompé dans le câble;
- l'action corrosive des éléments métalliques en présence d'humidité;
- la corrosion biologique par des bactéries sulfato-réductrices.

Les mécanismes d'affaiblissement optique dus à l'hydrogène peuvent être classés de la manière suivante:

- un effet interstitiel réversible associé à la diffusion des molécules H_2 dans la fibre en verre de silice. Cet effet est très similaire pour tous les types de fibres (multimodales et unimodales) et sa valeur est en fonction linéaire de la pression partielle d'hydrogène;
- un effet chimique permanent dû à la formation d'hydroxyle résultant de la combinaison chimique de molécules d'hydrogène diffusées et de points défectueux dans la fibre en verre de silice. La valeur de l'effet est fonction de la racine carrée de la pression partielle d'hydrogène.

Table D.1 – Evaluation criteria for single mode (SM) and multimode (MM) optical fibre cables

Cable construction	Application / environment									
	Direct buried		Duct		Aerial		Sub-aqueous*		Submarine	
	SM	MM	SM	MM	SM	MM	SM	MM	SM	MM
Metallic	1	2	1	2	1	2	2	2	2	**
Non-metallic	1	2	1	2	1	2	1	2	**	**
Dissimilar metals	1	2	1	2	1	2	2	2	2	**
Hermetic barrier (i.e. metallic tube)	1	2	**	**	1	2	2	2	2	**
1 No evaluation. 2 Evaluation is recommended at the research and development phase of the cable construction involved. * River crossings – short distance (no evaluation required if hydrogen absorbing materials are included within the cable). ** Cable constructions not applicable.										

D.3 Hydrogen effects in optical fibre cables

Both single mode and multimode optical fibre cables can degrade optically due to the accumulation of hydrogen gas within the cable structure during its operational lifetime. The magnitude of the effect depends on the following factors:

- the fibre type, its dopant composition/concentration and its inherent susceptibility to hydrogen induced attenuation increase;
- the levels of hydrogen gas (i.e. partial pressure) generated in the cable during its operational lifetime;
- the design of the cable and, in particular, the choice and combination of materials used in its construction;
- the installation environment, including its operational temperature.

Hydrogen gas may build up within a cable from:

- hydrogen released from the cable components, including that associated with long term ageing effects on the materials;
- hydrogen contained in pressurized air pumped into the cable;
- corrosion action of the metallic elements in the presence of moisture;
- biological corrosion by sulphate reducing bacteria.

The optical loss mechanisms due to hydrogen can be classified as:

- a reversible interstitial effect associated with diffusion of the H₂ molecules into the silica glass fibre. The effect is very similar for all fibre types (both multimode and single mode) and its magnitude is linear with the partial pressure of hydrogen;
- a permanent chemical effect due to hydroxyl formation through chemical combination of diffused hydrogen molecules and defect sites in the silica glass fibre. The magnitude of the effect is related to the square root of the partial pressure of hydrogen.

Les fibres unimodales sont moins sensibles, dans un rapport de deux à trois ordres de grandeur, à cet effet chimique permanent de H₂ que les fibres multimodales. Pour les fibres unimodales, l'affaiblissement permanent sera largement inférieur à l'affaiblissement interstitiel, même après 25 ans passés dans un environnement de fonctionnement hostile. Cela contraste totalement avec le cas des fibres multimodales:

- un affaiblissement dépendant de la longueur d'onde, qui est subi uniquement pour des températures élevées (dépassant 60 °C) dans les fibres unimodales et qui est, là aussi, largement inférieur à l'affaiblissement interstitiel observé à température ambiante;
- un contrôle des augmentations d'affaiblissement pour la longueur d'onde caractéristique de 1 240 nm et de 1 380 nm est un bon indicateur des effets chimiques à la fois interstitiels et permanents.

D.4 Documents de référence

- [1] S. Hornung, S.A. Cassidy, M.H. Reeve «The distribution of H₂ gas along an inland optical fibre cable». Symposium of Optical Fibre Measurements 1984, National Bureau of Standards, NSB-SP-683, pp. 85-88, Oct. 1984.
- [2] ITU-T Recommendation L.27(10/96) – Method for estimating the concentration of hydrogen in optical fibre cables