

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC

TR 62283

Première édition
First edition
2003-01

**Rayonnement nucléaire –
Guide d'application sur les fibres optiques**

**Nuclear radiation –
Fibre optic guidance**

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

<https://standards.iteh.ai> IEC TR 62283:2003

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/1211ad1b-70a8-416c-872c-3ce879aae6e9/iec-tr62283-2003>



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 62283:2003

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC

TR 62283

Première édition
First edition
2003-01

**Rayonnement nucléaire –
Guide d'application sur les fibres optiques**

**Nuclear radiation –
Fibre optic guidance**

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC TR 62283:2003

<https://standards.iteh.ai/document/standards/iec/32/fad1b-70a8-416c-872c-3ee879aac6e9/iec-tr62283-2003>

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

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| AVANT-PROPOS | 6 |
| INTRODUCTION | 8 |
| 1 Domaine d'application..... | 10 |
| 2 Documents de référence..... | 10 |
| 3 Unités de rayonnement, calcul des doses | 10 |
| 4 Protection contre les rayonnements | 12 |
| 5 Milieux de rayonnement et exposition | 14 |
| 5.1 Radioactivité naturelle | 14 |
| 5.2 Réacteurs nucléaires (fission)..... | 14 |
| 5.3 Réacteurs de fusion..... | 14 |
| 5.4 Expériences de physique des hautes énergies..... | 16 |
| 5.5 Milieux spatiaux..... | 16 |
| 5.6 Médecine..... | 18 |
| 5.7 Milieux militaires | 18 |
| 6 Installations d'irradiation et dosimétrie | 20 |
| 6.1 Irradiation gamma continue..... | 20 |
| 6.2 Irradiation neutronique..... | 22 |
| 6.3 Irradiation protonique..... | 24 |
| 6.4 Irradiation électronique..... | 26 |
| 6.5 Irradiation pulsée..... | 26 |
| 7 Effets des rayonnements sur les fibres optiques..... | 28 |
| 8 Affaiblissement de transmission dû aux rayonnements | 30 |
| 8.1 Radioantécédents..... | 30 |
| 8.2 Relation avec la longueur d'onde | 30 |
| 8.3 Relation avec la température..... | 32 |
| 8.4 Relation avec l'énergie lumineuse, photo-instabilité..... | 34 |
| 8.5 Relation avec le débit de dose..... | 36 |
| 8.6 Irradiations pulsées | 40 |
| 8.7 Relation avec le type de rayonnement | 42 |
| 8.8 Recuit de l'affaiblissement..... | 44 |
| 8.9 Conclusions..... | 44 |
| 9 Effets des rayonnements sur les composants des fibres optiques | 46 |
| 9.1 Connecteurs | 46 |
| 9.2 Coupleurs et multiplexeurs | 48 |
| 9.3 Réseaux gravés de fibres de Bragg | 48 |
| Bibliographie | 50 |

CONTENTS

| | |
|---|----|
| FOREWORD | 7 |
| INTRODUCTION | 9 |
| 1 Scope | 11 |
| 2 Reference documents | 11 |
| 3 Radiation units, dose calculation | 11 |
| 4 Radiation shielding | 13 |
| 5 Radiation environments and exposure | 15 |
| 5.1 Natural radioactivity | 15 |
| 5.2 Nuclear reactors (fission) | 15 |
| 5.3 Fusion reactors | 15 |
| 5.4 High-energy physics experiments | 17 |
| 5.5 Space environments | 17 |
| 5.6 Medicine | 19 |
| 5.7 Military environments | 19 |
| 6 Irradiation facilities and dosimetry | 21 |
| 6.1 Continuous gamma irradiation | 21 |
| 6.2 Neutron irradiation | 23 |
| 6.3 Proton irradiation | 25 |
| 6.4 Electron irradiation | 27 |
| 6.5 Pulsed irradiation | 27 |
| 7 Radiation effects on optical fibres | 29 |
| 8 Radiation-induced transmission loss | 31 |
| 8.1 Radiation history | 31 |
| 8.2 Wavelength dependence | 31 |
| 8.3 Temperature dependence | 33 |
| 8.4 Light power dependence, photobleaching | 35 |
| 8.5 Dose rate dependence | 37 |
| 8.6 Pulsed irradiations | 41 |
| 8.7 Radiation type dependence | 43 |
| 8.8 Loss annealing | 45 |
| 8.9 Conclusions | 45 |
| 9 Radiation effects on fibre optic components | 47 |
| 9.1 Connectors | 47 |
| 9.2 Couplers and multiplexers | 49 |
| 9.3 Fibre Bragg gratings | 49 |
| Bibliography | 51 |

Figure 1 – Relation avec la longueur d'onde de l'affaiblissement dû aux rayonnements de la fibre à gradient d'indice dopée au Ge AT&T MM Rad Hard 3A (50/125 μm)32

Figure 2 – Dépendance thermique de l'affaiblissement dû aux rayonnements34

Figure 3 – Relation de l'affaiblissement dû aux rayonnements avec l'énergie lumineuse de la fibre unimodale non dopée Schott P 926/20E34

Figure 4 – Relation de l'affaiblissement dû aux rayonnements avec l'énergie lumineuse dans les fibres modernes MM SI et SM36

Figure 5 – Relation de l'affaiblissement dû aux rayonnements avec le débit de dose: $T = 22\text{ }^\circ\text{C}$38

Figure 6 – Recuit de l'affaiblissement dû aux rayonnements de la fibre GI à gradient d'indice dopée au Ge KWO G 2.2/1380 après irradiation électronique pulsée respectivement à des valeurs de dose de 5 Gy(SiO_2), 100 Gy(SiO_2) et 1 000 Gy(SiO_2)40

Withholding

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC TR 62283:2003
<https://standards.iteh.ai/document/standards/iec/13/13ad1b-70a8-416c-872c-3ee879aac6e9/iec-tr-62283-2003>

| | |
|--|----|
| Figure 1 – Wavelength dependence of the radiation-induced loss of the Ge-doped graded index fibre AT&T MM Rad Hard 3A (50/125 μm) | 33 |
| Figure 2– Temperature dependence of the radiation-induced loss | 35 |
| Figure 3 – Light power dependence of the radiation-induced loss of the undoped single-mode fibre Schott P 926/20E | 35 |
| Figure 4 – Light power dependence of the radiation-induced loss in modern MM SI and SM fibres | 37 |
| Figure 5 – Dose rate dependence of the radiation-induced loss; $T = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 39 |
| Figure 6 – Annealing of the radiation-induced loss of the Ge-doped GI fibre KWO G 2.2/1380 after pulsed electron irradiation with dose values of 5 Gy(SiO_2), 100 Gy(SiO_2) and 1 000 Gy(SiO_2), respectively | 41 |

Withhold

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC TR 62283:2003
<https://standards.iteh.ai/standards/iec/62283/iec-tr-62283-2003>

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RAYONNEMENT NUCLÉAIRE – GUIDE D'APPLICATION SUR LES FIBRES OPTIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent rapport technique peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 62283, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

| Projet d'enquête | Rapport de vote |
|------------------|-----------------|
| 86A/758/DTR | 86A/798/RVC |

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR RADIATION –
FIBRE OPTIC GUIDANCE**
FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental Organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical report may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 62283, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The text of this technical report is based on the following documents:

| | |
|---------------|------------------|
| Enquiry draft | Report on voting |
| 86A/758/DTR | 86A/798/RVC |

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Afin de produire une liste d'instructions claires et concises à partir de la méthode d'essai de la CEI 60793-1-54 *Fibres optiques – Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation Gamma*, les connaissances de base nécessaires à la réalisation d'essais corrects, pertinents et significatifs sur les irradiations font l'objet d'un «guide d'application» séparé.

Withhold

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC TR 62283:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/1211ad1b-70a8-416c-872c-3ce879aae6e9/iec-tr62283-2003>

INTRODUCTION

In order to restrict the test method of IEC 60793-1-54, *Optical fibres – Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation* to a clear, concise listing of instructions, the background knowledge necessary to perform correct, relevant and expressive irradiation tests is presented here separately as a “guidance document”.

Withhold

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC TR 62283:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/1211ad1b-70a8-416c-872c-3ce879aae6e9/iec-tr62283-2003>

RAYONNEMENT NUCLÉAIRE – GUIDE D'APPLICATION SUR LES FIBRES OPTIQUES

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique étudie brièvement l'exposition aux rayonnements dans certains milieux et selon certaines applications ainsi que les différents effets des rayonnements sur les fibres. Il décrit également l'effet le plus conséquent d'un rayonnement, c'est-à-dire l'augmentation de l'affaiblissement de transmission, et sa grande dépendance vis-à-vis de diverses propriétés des fibres et des conditions d'essai. La réalisation d'essais appropriés pour chaque application exige une connaissance de ces éléments connexes.

2 Documents de référence

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

3 Unités de rayonnement, calcul des doses

L'interaction du rayonnement avec la matière dépend de la charge, de la masse et de l'énergie lorsqu'il s'agit de rayonnements corpusculaires (par exemple électrons, protons, neutrons, particules alpha et ions lourds) et de l'énergie dans le cas de rayonnements électromagnétiques tels que les rayons X ou les quanta gamma. Cette interaction est à l'origine d'un transfert d'énergie vers la matière concernée, ce qui provoque l'ionisation et le réchauffement.

Plus l'énergie du rayonnement est intense, plus sa pénétrabilité est grande et plus sa gamme est étendue. L'unité de l'énergie est l'électronvolt (eV). Les énergies de rayonnement habituelles des milieux naturels ou techniques varient de dizaines de keV (rayons X à usage médical) à plusieurs MeV (réacteurs à fission ou à fusion et armes nucléaires). Les énergies actuelles des accélérateurs de physique à haute énergie varient en fonction des particules en collision. L'énergie maximale générée par les collisions électron-positron est de 100 GeV par faisceau. Concernant les collisions proton-proton, l'énergie générée est de 1 TeV par faisceau. Les faisceaux d'énergie des futurs collisionneurs proton-proton, par exemple l'accélérateur à particules LHC au CERN, pourront atteindre 7 TeV. Il existe en outre un certain nombre d'autres accélérateurs qui fonctionnent dans cette gamme d'énergie.

Il est à noter que ces énergies concernent les particules en collision. Les particules secondaires, c'est-à-dire celles qui sont susceptibles d'affecter les fibres, possèdent des énergies beaucoup moins intenses.

L'énergie déposée par les rayonnements ionisants dans la matière est appelée «dose d'énergie» (ou dose absorbée). L'ancienne unité est le radian, (rd ou rad), 1 rad = 100 erg/g (1 erg = 10⁻⁷ J). L'unité SI est le gray [Gy], 1 Gy = 1 J/kg = 100 rad.

Certains dosimètres mesurent la charge libérée dans un gaz (par exemple les chambres d'ionisation), pour déterminer un autre type de dose, la «dose ionique». L'unité de dose ionique est le röntgen, [R], 1 R = 2,58 · 10⁻⁴ C/kg, avec C = unité de charge (coulomb).

Il est possible de convertir la dose ionique, D', en dose d'énergie, D, pour les rayons gamma ⁶⁰Co (environ 1,2 MeV) par

1) A publier.

NUCLEAR RADIATION – FIBRE OPTIC GUIDANCE

1 Scope

This technical report gives a short survey of the radiation exposure in certain environments and applications and the different radiation effects on fibres. It also describes the most important radiation effect, i.e., the increase of transmission loss, and its strong dependence on a variety of fibre properties and test conditions. These dependencies need to be known in order to perform appropriate tests for each specific application.

2 Reference documents

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

3 Radiation units, dose calculation

The interaction of radiation with matter depends on charge, mass and energy in the case of particle radiation (for example, electrons, protons, neutrons, alphas and heavy ions) and on energy in the case of electromagnetic radiation such as X-ray or gamma quanta. The interaction causes an energy transfer to the respective matter. This leads to ionization and warming up.

The higher the radiation's energy, the stronger its penetrability, the longer its range. The energy unit is the electron Volt (eV). Usual radiation energies in natural or technical environments range from tens of keV (medical X-rays) to several MeV (fission or fusion reactors and nuclear weapons). Current energies at high-energy physics accelerators vary depending on the particles which are collided. The highest energy for electron-positron collisions is 100 GeV per beam. For proton-proton collisions the energy per beam is 1 TeV. Future proton-proton machines, for example the "Large Hadron Collider" (LHC) at CERN, will have beams with an energy of 7 TeV. In addition, there are quite a number of other accelerators which operate between these limits.

Note that these energies refer to the colliding particles. The secondary particles, i.e. the ones likely to affect fibres, have much lower energies.

The energy deposited by ionizing radiation in matter is called "energy dose" (or absorbed dose). The old unit is rad, (rd or rad), 1 rad = 100 erg/g (1 erg = 10^{-7} J). The SI unit is the gray [Gy], 1 Gy = 1 J/kg = 100 rad.

Some dosimeter types measure the charge released in a gas (for example, ionization chambers). This was used to define another type of dose, the "ion dose". The ion dose unit is the röntgen, [R], 1 R = $2,58 \cdot 10^{-4}$ C/kg, with C = charge unit (coulomb).

Conversion of ion dose, D' , to energy dose, D , can be performed for ^{60}Co gamma rays (about 1,2 MeV) by

1) To be published.

$$yD = 0,879 \frac{\text{Gy}(\text{air})}{R} D' \quad (1)$$

Le transfert d'énergie des rayonnements gamma et des rayons X à la matière dépend de leur énergie ainsi que du matériau irradié. Il faut, par conséquent, rajouter le matériau à l'unité de dose (par exemple [Gy(Si)], [rad(SiO₂)], [Gy(air)], etc.), et la dose D(d) mesurée à l'aide d'un matériau de dosimètre d (par exemple l'air) peut clairement différer de la dose D(m) déposée dans le matériau m soumis à l'essai (par exemple Si, SiO₂, InGaAs, etc.).

Le rapport de dose entre les deux matériaux D(m) est indiqué par le rapport de leur «coefficient d'absorption énergétique de masse photonique» μ_{en}/ρ :

$$D(m) = \frac{(\mu_{\text{en}}/\rho)_m}{(\mu_{\text{en}}/\rho)_d} D(d) \quad (2)$$

Les valeurs μ_{en}/ρ peuvent présenter des différences marquées, notamment pour les matériaux de nombre atomique bas et élevé à des énergies < 300 keV. Elles sont présentées sous forme de tableau pour divers éléments et composés dans la référence [1]²⁾

L'intensité des rayonnements corpusculaires se caractérise généralement par la fluence Φ . L'unité est particules/cm² ou tout simplement cm⁻². La dose des particules chargées (dans une certaine épaisseur de matériau) peut être calculée à partir de leur fluence et de leur perte d'énergie (fonction de l'énergie) par unité de longueur, dE/dx (= pouvoir d'arrêt):

$$D = \frac{\Phi}{\rho} \cdot \frac{dE}{dx} \quad (3)$$

avec ρ = densité du matériau. Le pouvoir d'arrêt peut être calculé à l'aide du progiciel «SRIM2000.38»³⁾, voir [2].

La dose neutronique D_n peut être calculée à partir de leur fluence Φ_n et du «facteur de conversion de la dose de fluence» ou «facteur kerma» $k(E_n, \text{Mat})$ fonction de l'énergie et du matériau:

$$D_n = \Phi_n \cdot k(E_n, \text{Mat.}) \quad (4)$$

Les facteurs kerma sont présentés sous forme de tableau pour divers éléments et composés en [3].

4 Protection contre les rayonnements

La protection des fibres optiques contre les rayonnements (notamment gamma) est insuffisante dans la plupart des cas, dans la mesure où, à titre d'exemple, il suffit de 5 cm de fer pour diminuer de 1/10^{ème} l'intensité initiale des rayons gamma de 1 MeV.

Cependant, les câbles à fibre optique posés à 1 m de profondeur minimum sont protégés contre les rayons gamma de 1 MeV par un facteur d'environ 10⁴.

2) Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

3) SRIM2000.38 est l'appellation commerciale d'un produit distribué par IBM. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils conduisent aux mêmes résultats.