

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61040

Première édition
First edition
1990-12

**Détecteurs, instruments et matériels de
mesurage de puissance et d'énergie des
rayonnements laser**

**Power and energy measuring detectors,
instruments and equipment for laser radiation**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61040: 1990

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
61040**

Première édition
First edition
1990-12

**Détecteurs, instruments et matériels de
mesurage de puissance et d'énergie des
rayonnements laser**

**Power and energy measuring detectors,
instruments and equipment for laser radiation**

© IEC 1990 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe 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

P

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
 Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Terminologie	8
2.1 Etalonnage	8
2.2 Coefficient d'étalonnage	8
2.3 Détecteur	8
2.4 Matériel (pour mesurer la puissance ou l'énergie laser)	8
2.5 Erreur de mesurage	8
2.6 Constante de temps de décroissance	10
2.7 Indicateur (pour détecteur laser)	10
2.8 Incertitudes élémentaires	10
2.9 Instrument (pour mesurages de puissance ou d'énergie laser)	10
2.10 Eclairement énergétique	10
2.11 Laser	10
2.12 Détecteur laser	10
2.13 Rayonnement laser	10
2.14 Résultat de mesurage	12
2.15 Plage spectrale optique	12
2.16 Energie de rayonnement	12
2.17 Exposition énergétique	12
2.18 Puissance de rayonnement	12
2.19 Plage d'application	12
2.20 Incertitude relative	12
2.21 Constante de temps de réponse	12
2.22 Sensibilité	14
2.23 Incertitude quadratique	14
2.24 Bande passante spectrale (largeur spectrale relative à un coefficient d'étalonnage)	14
2.25 Sensibilité spectrale	14
2.26 Incertitude de mesurage	14
2.27 Temps d'attente	14
2.28 Dérive du zéro	14
3 Prescriptions	14
3.1 Prescriptions minimales	16
3.2 Prescriptions complémentaires pour un détecteur, un instrument ou un matériel à classe de précision spécifiée	16
3.3 Etalonnage	18
3.4 Surcharge	18
3.5 Possibilité pour l'utilisateur de contrôler le bon fonctionnement	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
 Clause	
1 Scope and object	9
2 Terminology	9
2.1 Calibration	9
2.2 Calibration factor	9
2.3 Detector	9
2.4 Equipment (for measuring laser power or energy)	9
2.5 Error of measurement	9
2.6 Fall time constant	11
2.7 Indicator (for a laser detector)	11
2.8 Individual uncertainties	11
2.9 Instrument (for measuring laser power or energy)	11
2.10 Irradiance	11
2.11 Laser	11
2.12 Laser detector	11
2.13 Laser radiation	11
2.14 Measurement result	13
2.15 Optical spectral range	13
2.16 Radiant energy	13
2.17 Radiant exposure	13
2.18 Radiant power (radiant flux)	13
2.19 Range of application	13
2.20 Relative uncertainty	13
2.21 Response time constant	13
2.22 Responsivity	15
2.23 Root-sum-square uncertainty	15
2.24 Calibration spectral bandwidth	15
2.25 Spectral responsivity	15
2.26 Uncertainty of measurement	15
2.27 Waiting time	15
2.28 Zero drift	15
3 Requirements	15
3.1 Minimum requirements	17
3.2 Additional requirements for a detector, an instrument or equipment with specification of an accuracy class	17
3.3 Calibration	19
3.4 Overload	19
3.5 User's possibility of checking proper operation	19

Articles	Pages
4 Essais	20
4.1 Variation de la sensibilité avec le temps	20
4.2 Variation spatiale de sensibilité (non-uniformité)	20
4.3 Variation de la sensibilité pendant l'irradiation	20
4.4 Dépendance de la sensibilité en fonction de la température..	22
4.5 Dépendance de la sensibilité en fonction de l'angle d'inci- dence pour un rayonnement non polarisé	22
4.6 Dépendance de la sensibilité en fonction de la puissance rayonnée ou de l'énergie rayonnée (non-linéarité)	22
4.7 Dépendance de la sensibilité en fonction de la longueur d'onde	22
4.8 Dépendance de la sensibilité en fonction de l'angle d'inci- dence pour un rayonnement polarisé	22
4.9 Moyennage par rapport au temps	22
4.10 Dérive du zéro	24
4.11 Etalonnage	24
4.12 Surcharge	24
5 Instructions d'utilisation	24
5.1 Caractéristiques	26
5.2 Valeurs limites	26
5.3 Instructions spéciales d'utilisation	28
5.4 Gamme de puissance (gamme d'énergie)	28
5.5 Réglage	28
5.6 Dégâts	28
5.7 Dangers	28
5.8 Maintenance	28
5.9 Conditions de stockage	28
5.10 Limites de contrôle du bon fonctionnement	28
6 Désignations et inscriptions	30

Clause	Page
4 Tests	21
4.1 Change of responsivity with time	21
4.2 Spatial change of responsivity (non-uniformity)	21
4.3 Change of responsivity during irradiation	21
4.4 Temperature dependence of responsivity	23
4.5 Dependence of responsivity on the angle of incidence for non-polarized radiation	23
4.6 Dependence of responsivity on radiant power or radiant energy (non-linearity)	23
4.7 Wavelength dependence of responsivity	23
4.8 Dependence of responsivity on the angle of incidence for polarized radiation	23
4.9 Averaging with respect to time	23
4.10 Zero drift	25
4.11 Calibration	25
4.12 Overload	25
5 Operating instructions	25
5.1 Characteristic data	27
5.2 Limiting values	27
5.3 Special instructions for operation	29
5.4 Power range (energy range)	
5.5 Adjustment	29
5.6 Damage	29
5.7 Hazards	29
5.8 Maintenance	29
5.9 Storage conditions	29
5.10 Limits of checking the proper operation	29
6 Designation and inscriptions	31

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DETECTEURS, INSTRUMENTS ET MATERIELS DE MESURAGE DE PUISSANCE ET D'ENERGIE DES RAYONNEMENTS LASER

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 76 de la CEI: Matériels laser.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
76(BC)14	76(BC)17	76(BC)18	76(BC)20

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n° 825 (1984): Sécurité du rayonnement des appareils à laser, classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur.

1010-1 (1990): Règles de sécurité - Appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire - Partie 1: Prescriptions générales.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER AND ENERGY MEASURING DETECTORS, INSTRUMENTS AND
EQUIPMENT FOR LASER RADIATION

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 76: Laser equipment.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
76(C0)14	76(C0)17	76(C0)18	76(C0)20

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 825 (1984): Radiation safety of laser products, equipment classification, requirements and user's guide.

1010-1 (1990): Safety requirements - Electrical equipment for measurement control and laboratory use - Part 1: General requirements.

DETECTEURS, INSTRUMENTS ET MATERIELS DE MESURAGE DE PUISSANCE ET D'ENERGIE DES RAYONNEMENTS LASER

1 Domaine d'application et objet

La présente norme est applicable aux instruments et matériels de mesure de puissance et d'énergie du rayonnement laser dans la plage spectrale optique (de longueur d'onde comprise entre 100 nm et 1 mm). Si des détecteurs sont disponibles séparément, cette norme s'applique également à ces derniers.

L'objet de cette norme est d'établir les définitions et les prescriptions minimales ainsi que les procédures applicables aux essais pour les caractéristiques et les normes de fabrication des détecteurs, instruments et matériels de mesure de puissance et d'énergie des rayonnements laser.

Pour la sécurité électrique des indicateurs et matériels, voir la CEI 1010-1.

2 Terminologie

Les définitions suivantes s'appliquent pour les besoins de la présente norme:

2.1 Etalonnage

Ensemble des opérations qui établit, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs indiquées par l'instrument de mesure ou le signal de sortie du détecteur et les valeurs connues correspondantes d'un mesurande.

NOTE - Le résultat de l'étalonnage est quelquefois exprimé comme un facteur d'étalonnage ou comme une série de facteurs d'étalonnage sous la forme de courbe d'étalonnage.

2.2 Coefficient d'étalonnage

Rapport de l'indication donnée par l'instrument à la grandeur incidente sur le détecteur.

2.3 Détecteur

Voir détecteur laser.

2.4 Matériel (pour mesurer la puissance ou l'énergie laser)

Instrument de mesure de la puissance ou de l'énergie laser combiné à des dispositifs annexes.

2.5 Erreur de mesure

Différence entre la valeur indiquée et la valeur vraie d'un mesurande.

POWER AND ENERGY MEASURING DETECTORS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENT FOR LASER RADIATION

1 Scope and object

This standard is applicable to instruments and equipment measuring the laser radiant power and laser radiant energy in the optical spectral range (with wavelength from 100 nm to 1 mm). If detectors are offered separately, this standard is also applicable to them.

The object of this standard is to lay down definitions and minimum requirements as well as suitable test procedures for the characteristics and the manufacturing standards for detectors, instruments and equipment for the measurement of power and energy of laser radiation.

For the electrical safety of indicators and equipment, see IEC 1010-1.

2 Terminology

For the purposes of this standard, the following definitions apply:

2.1 Calibration

The set of operations which establish, under specified conditions, the relationship between values indicated by the measuring instrument or output signal of the detector and the corresponding known values of a measurand.

NOTE - The result of a calibration is sometimes expressed as a calibration factor or as a series of calibration factors in the form of a calibration curve.

2.2 Calibration factor

Quotient of instrument indication by the detector input quantity.

2.3 Detector

See laser detector.

2.4 Equipment (for measuring laser power or energy)

Instrument measuring laser power or energy combined with auxiliary devices.

2.5 Error of measurement

The difference between measured value and true value of a measurand.

2.6 Constante de temps de décroissance

Temps nécessaire pour que la sortie du détecteur retombe, après coupure d'une entrée constante, de sa valeur initiale, à la fraction $\frac{1}{e}$, de sa variation totale.

2.7 Indicateur (pour détecteur laser)

Dispositif qui indique la valeur de sortie du détecteur en unités radio-métriques.

2.8 Incertitudes élémentaires

Quand le résultat d'un mesurage y dépend de plusieurs grandeurs (non corrélées) x_i ($i = 1, 2, 3 \dots$), son incertitude, qui n'est causée que par l'incertitude Δx_j , lorsque l'on détermine ou que l'on fixe la variable x_j , est une incertitude élémentaire Δy_j .

Elle est donnée approximativement par $\Delta y_j = \frac{\partial y}{\partial x_j} \cdot \Delta x_j$

2.9 Instrument (pour mesurages de puissance ou d'énergie laser)

Combinaison d'un détecteur laser et d'un indicateur.

2.10 Eclairement énergétique

En un point d'une surface, le rapport du flux énergétique $d\Phi$ reçu par un élément dA de la surface contenant le point sur l'aire de cet élément.

Symbole: E $E = \frac{d\Phi}{dA}$

Unité: W/m^2

2.11 Laser

Tout dispositif que l'on peut réaliser pour produire ou amplifier un rayonnement électromagnétique compris dans la plage spectrale optique, essentiellement par le phénomène d'émission stimulée contrôlée. (Voir CEI 825.)

2.12 Détecteur laser (en abrégé: détecteur)

Dispositif qui transforme la puissance ou l'énergie optique en une autre quantité, habituellement électrique, sans traitement du signal ou indication.

2.13 Rayonnement laser

Tout rayonnement électromagnétique émis par un appareil à laser, dans la plage spectrale optique, qui est produit par l'émission stimulée contrôlée.

2.6 *Fall time constant*

The time required for the detector output to fall, after a removal of a steady input, from its initial value to the fraction $\frac{1}{e}$ of its total change.

2.7 *Indicator (for a laser detector)*

Device to indicate the detector output in radiometric units.

2.8 *Individual uncertainties*

When a measurement result y depends on various (noncorrelated) influence quantities x_i ($i = 1, 2, 3 \dots$), its uncertainty, which is caused only by the uncertainty Δx_j when determining on fixing the variable x_j , is an individual uncertainty Δy_j .

It is approximately given by
$$\Delta y_j = \frac{\partial y}{\partial x_j} \cdot \Delta x_j$$

2.9 *Instrument (for measuring laser power or energy)*

Combination of a laser detector and an indicator.

2.10 *Irradiance*

At a point of a surface, the quotient of the radiant power $d\Phi$ incident on an element dA of a surface containing the point by the area to that element.

Symbol: E $E = \frac{d\Phi}{dA}$

Unit: W/m^2

2.11 *Laser*

Any device which can be made to produce or amplify electromagnetic radiation in the optical spectral range primarily by the process of controlled stimulated emission. (See IEC 825.)

2.12 *Laser detector (brief: detector)*

A device which transduces radiant power or radiant energy into another, usually electrical, quantity without signal processing or indication.

2.13 *Laser radiation*

All electromagnetic radiation emitted by a laser product in the optical spectral range which is produced as a result of controlled stimulated emission.

2.14 *Résultat de mesure*

Valeur obtenue après application de toutes les corrections appropriées (y compris coefficient d'étalonnage) à la valeur indiquée.

2.15 *Plage spectrale optique*

Gamme de longueurs d'onde du spectre de rayonnement électromagnétique comprises entre 100 nm et 1 mm.

2.16 *Energie de rayonnement*

Energie émise, transmise ou reçue sous forme de rayonnement.

Symbole: Q .

Unité: J

2.17 *Exposition énergétique*

En un point d'une surface, l'énergie de rayonnement incidente sur un élément de surface divisé par l'aire de cet élément.

Symbole: H $H = \frac{dQ}{dA} = \int E \, dt$

Unité: J/m²

2.18 *Puissance de rayonnement*

Puissance émise, transmise ou reçue sous forme de rayonnement.

Symbole: Φ $\Phi = \frac{dQ}{dt}$

Unité: W

2.19 *Plage d'application*

Plage dans laquelle tous les paramètres du détecteur, de l'instrument ou du matériel nécessaires à des mesures fiables sont connus au degré de précision requis par la classe et dans laquelle il n'existe pas de risque de surcharge pour le détecteur.

2.20 *Incertitude relative*

L'incertitude de mesure divisée par la valeur vraie du mesurande.

2.21 *Constante de temps de réponse*

Temps nécessaire pour que la grandeur de sortie d'un détecteur passe de sa valeur initiale à $(1 - \frac{1}{e})$ de sa valeur finale, lorsqu'on applique instantanément à l'entrée une grandeur constante.

2.14 *Measurement result*

The value obtained after applying all appropriate corrections (including calibration factor) to the indicated value.

2.15 *Optical spectral range*

Wavelength range between 100 nm and 1 mm of the electromagnetic radiation.

2.16 *Radiant energy*

Energy emitted, transferred, or received in the form of radiation.

Symbol: Q .

Unit: J

2.17 *Radiant exposure*

At a point on a surface, the radiant energy incident on an element of a surface divided by the area of that element.

Symbol: H $H = \frac{dQ}{dA} = \int E \, dt$

Unit: J/m²

2.18 *Radiant power (radiant flux)*

Power emitted, transferred, or received in the form of radiation.

Symbol: Φ $\Phi = \frac{dQ}{dt}$

Unit: W

2.19 *Range of application*

The range within which all parameters of the detector, instrument or equipment significant for reliable measurements are known within the accuracy of the class and where there is no overload hazard for the detector.

2.20 *Relative uncertainty*

The uncertainty of measurement divided by the true value of the measurement.

2.21 *Response time constant*

The time required for a detector output to rise from its initial value to $(1 - \frac{1}{e})$ of its final value, when a steady input is instantaneously applied.

2.22 Sensibilité

Rapport de la sortie Y du détecteur sur la quantité d'entrée X du détecteur.

Symbole: s $s = Y/X$

2.23 Incertitude quadratique

Racine carrée de la somme des carrés des incertitudes élémentaires.

2.24 Bande passante spectrale (largeur spectrale relative à un coefficient d'étalonnage)

Intervalle de longueurs d'onde dans lequel la sensibilité spectrale change au plus de 1/10 de l'incertitude d'étalonnage dans des conditions constantes par ailleurs.

2.25 Sensibilité spectrale

Rapport de l'incrément $dY(\lambda)$ de la valeur de sortie du détecteur par l'incrément $dX(\lambda)$ de la quantité monochromatique d'entrée du détecteur à une longueur d'onde λ en fonction de la longueur d'onde.

Symbole: $s(\lambda)$ $s(\lambda) = \frac{dY(\lambda)}{dX(\lambda)}$

2.26 Incertitude de mesurage

Estimation caractérisant la gamme de valeurs dans laquelle la valeur vraie d'un mesurande est à un niveau de confiance de 95 %.

2.27 Temps d'attente

Intervalle entre le début d'irradiation de la surface du détecteur par une puissance optique constante et le moment où la sortie du détecteur ou l'indication de l'instrument approche de sa valeur stationnaire finale à 1/10 près de l'incertitude d'étalonnage.

2.28 Dérive du zéro

La variation présentée par la valeur de sortie d'un détecteur ou par l'indication d'un instrument est appelée dérive du zéro si ce changement survient sans irradiation de la surface du détecteur.

3 Prescriptions

Tous les détecteurs, instruments et matériels de mesurage du rayonnement laser doivent être étalonnés correctement, satisfaire à l'essai de surcharge et être conformes aux prescriptions minimales spécifiées au paragraphe 3.1.

Lorsque la gamme dans laquelle les prescriptions minimales sont respectées dépend de certains paramètres:

- a) ces paramètres et leurs gammes tolérables doivent être mentionnés, et
- b) les dispositifs doivent continuer à répondre aux prescriptions du paragraphe 3.1.

2.22 Responsivity

Quotient of the detector output quantity Y by the detector input quantity X .

Symbol: s $s = Y/X$

2.23 Root-sum-square uncertainty

Square root of the sum of squares of the individual uncertainties.

2.24 Calibration spectral bandwidth

Wavelength interval within which the spectral responsivity changes at the most by 1/10 of the calibration uncertainty under otherwise constant conditions.

2.25 Spectral responsivity

Quotient of the detector output increment $dY(\lambda)$ to the monochromatic detector input quantity increment $dX(\lambda)$ at a wavelength λ as a function of the wavelength.

Symbol: $s(\lambda)$ $s(\lambda) = \frac{dY(\lambda)}{dX(\lambda)}$

2.26 Uncertainty of measurement

An estimate characterizing the range of values within which the true value of measurand lies at a 95 % confidence level.

2.27 Waiting time

Interval between the beginning of the irradiation of the detector surface with constant radiant power and the approximation of the detector output or instrument indication to its final stationary value to up to 1/10 of the calibration uncertainty.

2.28 Zero drift

The change of a detector output or an instrument indication is referred to as zero drift if this change occurs without irradiation of the detector surface.

3 Requirements

All detectors, instruments and equipment for measuring laser radiation shall be suitably calibrated, pass the overload test and meet the minimum requirements specified in Sub-clause 3.1.

When the range, where the minimum requirements are met, depends on certain parameters:

- a) These parameters and their tolerable ranges shall be stated, and
- b) the devices shall continue to satisfy the requirements of Sub-clause 3.1.

3.1 *Prescriptions minimales*

Lorsqu'on applique les méthodes de vérification et les conditions d'essai exprimées à l'article 4, les erreurs de mesurage suivantes ne doivent pas être dépassées. Quand quelques-unes des sources d'erreur mentionnées sont sans objet du fait de l'applicabilité limitée d'un détecteur ou d'un instrument signalée par le fabricant, elles peuvent être négligées (par exemple la dépendance de la sensibilité en fonction de la longueur d'onde dans le cas d'un instrument de mesurage qui n'est destiné qu'à une certaine longueur d'onde laser). Si les essais doivent s'appliquer à un instrument ou à un matériel plutôt qu'à un détecteur, la sensibilité doit être remplacée par le coefficient d'étalonnage.

- 3.1.1 *Variation de la sensibilité avec le temps* $\pm 5 \%$
- 3.1.2 *Non-uniformité de la sensibilité sur la surface du détecteur* $\pm 5 \%$
- 3.1.3 *Variation de la sensibilité pendant l'irradiation* $\pm 2 \%$
- 3.1.4 *Dépendance de la sensibilité en fonction de la température* $\pm 5 \%$
- 3.1.5 *Dépendance de la sensibilité en fonction de l'angle d'incidence pour un rayonnement non polarisé* $\pm 2 \%$
- 3.1.6 *Dépendance de la sensibilité en fonction de la puissance rayonnée ou de l'énergie rayonnée (non-linéarité)* $\pm 5 \%$
- 3.1.7 *Dépendance de la sensibilité en fonction de la longueur d'onde* $\pm 5 \%$
- 3.1.8 *Dépendance de la sensibilité en fonction de la polarisation pour un rayonnement polarisé linéairement* $\pm 2 \%$
- 3.1.9 *Erreur de moyennage en fonction du temps pour le rayonnement pulsé de manière répétitive* $\pm 5 \%$
- 3.1.10 *Dérive du zéro* $\pm 5 \%$
- 3.1.11 *Incertitude d'étalonnage* $\pm 10 \%$
- 3.2 *Prescriptions complémentaires pour un détecteur, un instrument ou un matériel à classe de précision spécifiée*

Pour la classification dans une classe de précision spéciale (appelée "classe" dans le texte qui suit), toutes les sources d'erreurs mentionnées aux paragraphes 3.1.1 à 3.1.11 doivent être prises en compte, sauf si elles sont sans objet du fait de l'applicabilité limitée du détecteur, de l'instrument ou du matériel signalée par le fabricant.

Si les erreurs de mesurage dues à des variations de sensibilité en fonction de la température, de la non-linéarité ou de la longueur d'onde sont corrigées par l'utilisateur au moyen de tableaux, de représentations graphiques ou de corrélations fonctionnelles de telle sorte que la précision de la classe soit respectée, la lettre "L" (limité) doit être ajoutée à la désignation de classe. Cela est valable également lorsque, au moyen d'une procédure de correction ou dans des salles spéciales climatisées, la dérive du zéro peut être maintenue suffisamment faible pour que l'erreur de mesurage qu'elle entraîne soit compatible avec la précision de la classe.

3.1 *Minimum requirements*

When applying the test methods and test conditions laid down in clause 4, the following errors of measurement shall not be exceeded. When some of the error sources mentioned are insignificant due to the limited applicability of a detector or instrument indicated by the manufacturer, they can be neglected (e.g. the wavelength dependence of responsivity in the case of a measuring instrument which is only intended for a certain laser wavelength). If the tests are to apply to an instrument or an equipment instead of a detector, the responsivity shall be replaced by the calibration factor.

- 3.1.1 *Change of responsivity with time* $\pm 5\%$
- 3.1.2 *Non-uniformity of responsivity over the detector surface* $\pm 5\%$
- 3.1.3 *Change of responsivity during irradiation* $\pm 2\%$
- 3.1.4 *Temperature dependence of responsivity* $\pm 5\%$
- 3.1.5 *Dependence of responsivity on the angle of incidence for non-polarized radiation* $\pm 2\%$
- 3.1.6 *Dependence of responsivity on radiant power or radiant energy (non-linearity)* $\pm 5\%$
- 3.1.7 *Wavelength dependence of responsivity* $\pm 5\%$
- 3.1.8 *Polarization dependence of responsivity for linearly polarized radiation* $\pm 2\%$
- 3.1.9 *Errors of averaging with respect to time of repetitively pulsed radiation* $\pm 5\%$
- 3.1.10 *Zero drift* $\pm 5\%$
- 3.1.11 *Calibration uncertainty* $\pm 10\%$
- 3.2 *Additional requirements for a detector, an instrument or equipment with specification of an accuracy class*

For the classification in a special accuracy class (referred to as class in the following), all error sources mentioned in Sub-clauses 3.1.1 to 3.1.11 shall be taken into account unless they are insignificant due to the limited applicability of the detector, instrument or equipment indicated by the manufacturer.

If the errors of measurement due to temperature dependence, non-linearity or wavelength dependence of responsivity are corrected by the user by means of tables, graphic representations or functional correlations to the extent that class accuracy is complied with, the letter "L" (for limited) shall be added to the class designation. The same applies when only by means of a correction procedure, or only in special air-conditioned rooms, the zero drift can be kept so small that the error of measurement caused by it is compatible with the class accuracy.

NOTE - La désignation de la classe fournit une estimation approximative de l'incertitude de mesurage en pourcentage. Une expression exacte de l'incertitude de mesurage n'est possible que dans les cas individuels, en analysant les conditions de mesurage et les incertitudes élémentaires. Elle peut être plus ou moins grande que celle estimée par les désignations de classes.

3.2.1 Classe 20

Les détecteurs, instruments et matériels conformes aux prescriptions du paragraphe 3.1 sont compris dans la classe 20.

3.2.2 Classe 10

La somme des valeurs absolues des incertitudes élémentaires ne doit pas excéder 20 %; l'incertitude quadratique moyenne ne doit pas excéder 8 %.

3.2.3 Classe 5

La somme des valeurs absolues des incertitudes élémentaires ne doit pas excéder 10 %; l'incertitude quadratique moyenne ne doit pas excéder 4 %.

3.2.4 Classe 2

La somme des valeurs absolues des incertitudes élémentaires ne doit pas excéder 4 %; l'incertitude quadratique moyenne ne doit pas excéder 1,6 %.

3.2.5 Classe 1

La somme des valeurs absolues des incertitudes élémentaires ne doit pas excéder 2 %; l'incertitude quadratique moyenne ne doit pas excéder 0,8 %.

3.3 Etalonnage

Le détecteur, l'instrument ou le matériel doit être étalonné par comparaison avec un radiomètre étalon à au moins une longueur d'onde λ avec un rayonnement monochromatique ou avec un rayonnement polychromatique limité à une bande passante spectrale centrée sur λ (voir paragraphe 2.24).

3.4 Surcharge

Les prescriptions minimales et les prescriptions de la classe de précision adéquate doivent être respectées y compris après réalisation des essais de surcharge du paragraphe 4.12.

3.5 Possibilité pour l'utilisateur de contrôler le bon fonctionnement

Les détecteurs, instruments et matériels des classes 5, 2 et 1 doivent être équipés de moyens (chauffage électrique de l'absorbeur, source de rayonnement auxiliaire), qui permettent à l'utilisateur de contrôler le bon fonctionnement de l'instrument de mesurage.

Au cours de ce contrôle, on doit pouvoir déterminer des déviations par rapport à l'indication assignée, représentant la moitié de l'incertitude maximale acceptable de la classe.

NOTE - The class designation provides a rough estimation of the measurement uncertainty in per cent. An exact statement on the measurement uncertainty is only possible in the individual case by analyzing the measurement conditions and the individual uncertainties. It can be larger or smaller than estimated by the class designations.

3.2.1 Class 20

Detectors, instruments and equipment meeting the requirements of Sub-clause 3.1 are included in class 20.

3.2.2 Class 10

The sum of the absolute amounts of the individual uncertainties shall not exceed 20 %; the root-sum-square uncertainty shall not exceed 8 %.

3.2.3 Class 5

The sum of the absolute amounts of the individual uncertainties shall not exceed 10 %; the root-sum-square uncertainty shall not exceed 4 %.

3.2.4 Class 2

The sum of the absolute amounts of the individual uncertainties shall not exceed 4 %; the root-sum-square uncertainty shall not exceed 1.6 %.

3.2.5 Class 1

The sum of the absolute amounts of the individual uncertainties shall not exceed 2 %; the root-sum-square uncertainty shall not exceed 0.8 %.

3.3 Calibration

The detector, instrument or equipment shall be calibrated by comparison with a standard radiometer at least at one wavelength, λ with monochromatic radiation or with polychromatic radiation, which is limited to a spectral bandwidth around λ (see Sub-clause 2.24).

3.4 Overload

The minimum requirements and the requirements of the respective accuracy class shall be complied with even after the overload tests according to Sub-clause 4.12 have been carried out.

3.5 User's possibility of checking proper operation

Detectors, instruments and equipment of class 5, class 2 and class 1 shall comprise some means (e.g. electrical heating of the absorber, auxiliary radiation source), which enable the user to check the proper operation of the measuring instrument.

In doing so, relative deviations from the rated indication, amounting to half the maximum permissible uncertainty of the class, shall be determinable.

4 Essais

Si les essais s'appliquent à un instrument ou à un matériel au lieu d'un détecteur, la sensibilité doit être remplacée par le coefficient d'étalonnage.

4.1 *Variation de la sensibilité avec le temps*

4.1.1 *Variation temporelle due au flux incident*

La variation relative irréversible de la sensibilité doit être mesurée après avoir irradié le centre de la surface du détecteur avec au moins 80 % (au plus 100 %) de l'éclairement énergétique maximal permis. (Si moins de 80 % de la surface du détecteur ont été couverts par l'irradiation, un essai supplémentaire d'uniformité de sensibilité doit être effectué sur toute la surface):

- a) dans le cas de détecteurs destinés à mesurer la puissance de lasers fonctionnant en continu et la puissance moyenne de lasers pulsés de façon répétitive, pendant une période d'irradiation de 100 h au moyen de lasers fonctionnant en continu ou d'autres sources de rayonnement en continu émettant seulement dans la bande spectrale pour laquelle le détecteur a été prévu;
- b) dans le cas de détecteurs destinés à mesurer l'énergie de lasers à impulsion pendant 1000 impulsions laser. Dans ce cas, les intervalles entre deux impulsions ne doivent pas être inférieurs à la constante de temps de décroissance du détecteur.

(L'éclairement énergétique maximal permis peut dépendre de la durée de l'impulsion du laser essayé.)

4.1.2 *Variation avec le temps due au stockage*

La variation relative de sensibilité doit être mesurée après stockage du détecteur pendant une période de 10 jours à une température ambiante de $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et à une hygrométrie d'au moins 95 %.

4.2 *Variation spatiale de sensibilité (non-uniformité)*

La variation relative la plus importante de la sortie du détecteur doit être mesurée lorsque, pas à pas, chaque élément de surface est irradié avec un faisceau d'éclairement énergétique constant.

Le diamètre du faisceau, mesuré aux points 1/e par rapport à la valeur de crête, doit être 1/10 du diamètre (diagonale) de la surface du détecteur, mais pas inférieur à 1 mm ou à 20 fois la longueur d'onde de la radiation électromagnétique utilisée pour l'étalonnage, la plus petite de ces valeurs étant applicable.

4.3 *Variation de la sensibilité pendant l'irradiation*

La variation relative réversible de sensibilité pendant une période d'irradiation de 1 h avec un rayonnement énergétique constant dans le temps (détecteur pour laser fonctionnant en continu), ou en variante avec des impulsions laser à intervalles de quatre fois la constante de temps de décroissance du détecteur (détecteur destiné au mesurage de l'énergie de sortie des lasers à impulsions), à la puissance rayonnée maximale permise ou à l'énergie pulsée maximale permise, doit être mesurée. Si le fabricant a spécifié une limite, l'essai devra être effectué à deux fois la limite spécifiée.

4 Tests

If the tests are to apply to an instrument or equipment instead of a detector the responsivity shall be replaced by the calibration factor.

4.1 *Change of responsivity with time*

4.1.1 *Change with time due to load*

The relative irreversible change of responsivity shall be measured after the detector surface has been centrally irradiated with at least 80 % (at the most 100 %) of the maximum permissible irradiance. (If in this process less than 80 % of the detector surface was covered by the irradiation, a uniformity test of responsivity shall be performed additionally over the whole surface):

a) in the case of detectors for measuring the power of continuous-wave lasers and the average power of repetitively pulsed lasers for an irradiation period of 100 hours by means of continuous-wave lasers or another continuous-wave radiation source which emits only in the spectral range for which the detector has been provided;

b) in the case of detectors for measuring the pulse energy of pulse lasers for a number of 1 000 laser pulses. Here the intervals between two pulses shall not be shorter than a fall time constant of the detector.

(The maximum permissible irradiance can depend on the pulse duration of the test laser.)

4.1.2 *Change with time due to storage*

The relative change of responsivity shall be measured after the detector has been stored for a period of 10 days at an ambient temperature of $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and a relative humidity of at least 95 %.

4.2 *Spatial change of responsivity (non-uniformity)*

The most significant relative change of the detector output shall be measured when, step by step, each surface element is irradiated with a beam of temporally constant irradiance.

The diameter of the beam, measured at the 1/e-points referred to the peak value, shall be 1/10 of the diameter (diagonal) of the detector surface, but not less than 1 mm or 20 times the wavelength of the electromagnetic radiation used for calibration, whichever is smaller.

4.3 *Change of responsivity during irradiation*

The reversible relative change of responsivity during an irradiation period of 1 h with temporally constant irradiance (detector for continuous wave laser), or alternatively with laser pulses at intervals of four fall time constants of the detector (detector for measuring the output energy of pulse lasers), with maximum permissible radiant power or maximum permissible pulse energy, shall be measured. If the manufacturer has specified a limited duty, the test shall be done at twice the specified limit.

4.4 *Dépendance de la sensibilité en fonction de la température*

La variation relative réversible de sensibilité dans une plage de températures ambiantes de 0 °C à 40 °C doit être mesurée. Pour ce faire, il faut toujours attendre que l'équilibre thermique entre l'appareil essayé et l'environnement ait été atteint.

4.5 *Dépendance de la sensibilité en fonction de l'angle d'incidence pour un rayonnement non polarisé*

La variation relative de sensibilité la plus importante dans un cône de 5° autour de la direction d'irradiation assignée doit être mesurée avec un rayonnement non polarisé. Si le détecteur est équipé de dispositifs de réglage auxiliaires, qui permettent de maintenir en dessous de 5° les écarts à la direction d'irradiation assignée, la variation relative de sensibilité dans les limites de l'incertitude de réglage spécifiée doit être contrôlée.

4.6 *Dépendance de la sensibilité en fonction de la puissance rayonnée ou de l'énergie rayonnée (non-linéarité)*

L'écart relatif de sensibilité le plus important par rapport à la valeur assignée doit être mesuré dans la plage d'application de puissance rayonnée ou d'énergie rayonnée spécifiée par le fabricant. Pendant la série de mesurages, le diamètre du faisceau et sa distribution spatiale ne doivent pas varier.

Lorsque le détecteur est équipé d'un dispositif d'étalonnage propre, au moyen duquel une partie de la non-linéarité peut être corrigée, ou lorsque le fabricant fournit une courbe d'étalonnage, un tableau ou une formule précisant la relation existant entre la puissance rayonnée (énergie rayonnée) et la sortie, l'erreur résiduelle restante doit être mesurée.

4.7 *Dépendance de la sensibilité en fonction de la longueur d'onde*

La variation de sensibilité spectrale relative dans la gamme de longueurs d'onde spécifiée doit être mesurée. Si le fabricant fournit la sensibilité spectrale sous forme d'une courbe d'étalonnage, d'une table ou d'une corrélation fonctionnelle, l'écart relatif le plus significatif de la sensibilité spectrale, spécifiée par rapport à la sensibilité spectrale réelle, doit être mesuré, ou estimé à partir de la procédure d'étalonnage.

4.8 *Dépendance de la sensibilité en fonction de l'angle d'incidence pour un rayonnement polarisé*

La variation relative de sensibilité la plus importante pour les directions d'incidence comprises dans un cône de 5° (ou dans le cône donné par l'incertitude de réglage) autour de la direction d'irradiation assignée, pour un rayonnement polarisé linéairement dans plusieurs plans de polarisation, doit être mesurée.

4.9 *Moyennage par rapport au temps*

L'écart relatif de sensibilité le plus important par rapport à la sensibilité à un rayonnement continu dans le domaine d'application spécifié pour les fréquences de répétition d'impulsion laser et pour le rapport cyclique doit être mesuré. Pour ce faire, la valeur moyenne arithmétique doit être prise comme valeur moyenne de puissance rayonnée par rapport au temps.

4.4 *Temperature dependence of responsivity*

The reversible relative change of responsivity within a range of ambient temperature of 0 °C to 40 °C shall be measured. In doing so, the establishment of the thermal equilibrium between test sample and environment shall always be awaited.

4.5 *Dependence of responsivity on the angle of incidence for non-polarized radiation*

The most significant relative change of responsivity within a 5° cone around the rated irradiation direction shall be measured with non-polarized radiation. If the detector comprises auxiliary adjusting devices, which permit the deviations from the rated irradiation direction to be kept smaller than 5°, the relative change of responsivity within the specified adjustment uncertainty shall be checked.

4.6 *Dependence of responsivity on radiant power or radiant energy (non-linearity)*

The most significant relative deviation of responsivity from the rated value shall be measured in the range of application for radiant power or radiant energy specified by the manufacturer. During the measurement series, the diameter of the beam as well as its spatial distribution shall not change.

When the detector comprises a calibration device of its own by means of which part of the non-linearity can be corrected, or when the manufacturer supplies a calibration curve, a table or a formula specifying the relation between radiant power (radiant energy) and output, the remaining residual error shall be measured.

4.7 *Wavelength dependence of responsivity*

The change of relative spectral responsivity in the specified wavelength range shall be measured. If the manufacturer supplies the spectral responsivity in the form of a calibration curve, a table or a functional correlation, the most significant relative deviation of the specified spectral responsivity from the actual spectral responsivity shall be measured, or estimated from the calibration procedure.

4.8 *Dependence of responsivity on the angle of incidence for polarized radiation*

The most significant relative change of responsivity for directions of incidence within a 5° cone (or within the cone given by the adjustment uncertainty) around the rated irradiation direction for linearly polarized radiation of different planes of polarization shall be measured.

4.9 *Averaging with respect to time*

The most significant relative deviation of responsivity from that for continuous-wave radiation in the specified range of application for the laser pulse repetition frequencies and for the duty cycle shall be measured. In doing so, the arithmetic mean value shall be taken as the mean value of radiant power with respect to time.

4.10 Dérive du zéro

La dérive du zéro relative la plus importante par rapport à l'indication ou à la sortie maximale de la gamme de mesurage concernée pendant 1 h de fonctionnement (après une période de chauffage de 10 min) avec des gradients de température de $(5 \pm 0,5)$ K/h et des vitesses d'écoulement de l'air d'au moins 1 m/s, doit être déterminée. Lorsque le fabricant indique une méthode de correction de la dérive du zéro, l'erreur résiduelle après correction doit être déterminée en conséquence. Lorsque les instructions d'utilisation fournies par le fabricant imposent expressément des limites en ce qui concerne le gradient de température et les vitesses de l'air, les mesurages doivent être effectués dans ces conditions.

4.11 Etalonnage

L'exactitude de l'étalonnage doit être contrôlée en comparant le détecteur, l'instrument ou le matériel à examiner à un radiomètre étalon à la longueur d'onde d'étalonnage indiquée par le fabricant.

Pour ce faire, 50 % de la surface du détecteur doit être irradiée de façon centrale de telle manière que, sur cette surface, l'éclairement énergétique ne soit jamais inférieur à 63 % de la valeur maximale. Lorsque l'on estime l'incertitude d'étalonnage, l'incertitude du radiomètre étalon et les incertitudes des transferts doivent être considérées en prenant en compte les sources d'erreur indiquées à l'article 3. Ces conditions d'irradiation peuvent être obtenues en un faisceau Gaussien tronqué à l'aide d'un diaphragme.

Si d'autres méthodes d'essai sont utilisées, il incombe à l'organisme réalisant les essais de faire la démonstration que ces méthodes produisent des résultats équivalents.

4.12 Surcharge

L'essai de surcharge est effectué en exposant toute la surface:

- a) d'un détecteur destiné au mesurage de la puissance (moyenne) des lasers soit sur une période de 10 constantes de temps de réponse, soit pendant 10 min la plus grande de ces valeurs étant applicable, à deux fois l'éclairement énergétique maximal permis;
- b) d'un détecteur destiné au mesurage de l'énergie des impulsions des lasers pulsés, à 10 impulsions à deux fois l'énergie pulsée maximale permise, à des intervalles de temps d'une constante de temps de décroissance.

Tout laser ou autre source de rayonnement, dont le rayonnement est limité à la gamme de longueurs d'onde de l'instrument de mesurage spécifiée par le fabricant, peut être utilisé comme source de rayonnement pour effectuer cet essai.

5 Instructions d'utilisation

Tout détecteur, instrument ou matériel de mesurage de rayonnement laser doit être accompagné d'instructions d'utilisation contenant au moins les détails suivants:

4.10 Zero drift

The most significant relative zero drift referred to the maximum indication or output of the respective range of measurement during 1 h of operation (after a heating-up period of 10 min) with temperature gradients of $(5 \pm 0,5)$ K/h and air flow velocities of at least 1 m/s shall be determined. When the manufacturer indicates a correction method for the zero drift, the residual error after the correction shall be determined accordingly. When the operating instructions delivered by the manufacturer expressly impose limitations with regard to the temperature gradient and the air flow velocities, the measurements shall be carried out under these limited conditions.

4.11 Calibration

The correctness of calibration shall be checked by comparing the detector, instrument or equipment to be examined with a standard radiometer at the calibration wavelength indicated by the manufacturer.

In doing so, 50 % of the detector surface shall be centrally irradiated in such a way that within this surface, the irradiance is never less than 63 % of the maximum value. When estimating the calibration uncertainty, the uncertainty of the standard radiometer and the transfer uncertainties shall be considered taking into account the error sources indicated in clause 3. These irradiation conditions may be realized for example by truncation of a Gaussian beam by an aperture stop.

If other test methods are used, it is incumbent on the test house to demonstrate that these methods produce equivalent results.

4.12 Overload

The overload test is carried out by exposing the total detector surface:

- a) of a detector for measuring the (mean) output power of lasers for a period of 10 response time constants, or for 10 min, whichever is greater, to twice the maximum permissible irradiance;
- b) of a detector for measuring the pulse energy of laser pulses to 10 impulses with twice the maximum permissible pulse energy, at time intervals of one fall time constant.

Any laser or other radiation source, the radiation of which is limited to the wavelength range of the measuring instrument specified by the manufacturer may be used as radiation source for this test.

5 Operating instructions

Every detector, instrument or equipment for measuring laser radiation shall be accompanied by operating instructions containing at least the following details:

5.1 Caractéristiques

Selon les cas concernés, les caractéristiques suivantes du détecteur ou de l'instrument de mesurage doivent être indiquées:

- sensibilité ou coefficient d'étalonnage, avec mention des conditions de mesurage pendant l'étalonnage;
- constante de temps de réponse et constante de temps de décroissance;
- temps d'attente (seulement dans le cas des détecteurs pour les lasers continus);
- incertitudes de mesurage, spécifiées comme indiqué aux paragraphes 3.1.1 à 3.1.11;
- bande passante spectrale (de préférence différenciée en fonction des gammes de longueurs d'onde);
- gamme de longueurs d'onde;
- tables de correction, courbes de correction, formules de correction, si elles sont nécessaires, pour respecter les prescriptions minimales selon le paragraphe 3.1 ou les prescriptions de classe selon le paragraphe 3.2;
- surface de sensibilité effective ou diaphragme limite du détecteur.

Quand ces caractéristiques entraînent des limitations en ce qui concerne l'application, ce fait doit être mentionné dans les instructions d'utilisation. (Dans certains cas, par exemple, une correction de la dépendance de la sensibilité en fonction de la longueur d'onde ou du coefficient d'étalonnage peut s'avérer nécessaire. Si un tel détecteur, instrument ou équipement doit être utilisé pour des lasers, qui émettent simultanément à plus d'une longueur d'onde (raie), il faut préciser que cela n'est acceptable que lorsque les raies d'émission sont dans la même bande passante spectrale.

Si des causes d'incertitude, provenant en particulier de l'environnement (vibrations, champ électrique, champ magnétique, etc.), autres que celles mentionnées au paragraphe 3.1, sont connues, il convient qu'elles soient indiquées et leur influence sera évaluée.

5.2 Valeurs limites

- a) Détecteurs, instruments et matériels pour lasers fonctionnant en continu

Les valeurs maximales permises pour l'éclairement énergétique et la puissance de rayonnement doivent être indiquées.

- b) Détecteurs, instruments et matériels pour lasers à impulsion

Un tableau, une représentation graphique ou une formule, spécifiant l'éclairement énergétique maximal permis, l'exposition énergétique et l'énergie impulsionnelle maximales permises en fonction de la durée de l'impulsion, doivent être indiqués. De plus, les fréquences maximales de répétition d'impulsion permises doivent être spécifiées.