

---

---

**Optique et photonique — Lasers et  
équipements associés aux lasers —  
Méthodes d'essai de la puissance et de  
l'énergie des faisceaux lasers et de leurs  
caractéristiques temporelles**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Optics and photonics — Lasers and laser-related equipment — Test  
methods for laser beam power, energy and temporal characteristics*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11554:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1cc82c66e/iso-11554-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1cc82c66e/iso-11554-2006>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11554:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1cc82c66e/iso-11554-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1cc82c66e/iso-11554-2006>

© ISO 2006

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Symboles et unités de mesure</b> .....	2
5 <b>Principes de mesure</b> .....	3
6 <b>Configuration de mesure, appareillage d'essai et dispositifs auxiliaires</b> .....	3
6.1 <b>Préparation</b> .....	3
6.2 <b>Contrôle des effets de l'environnement</b> .....	6
6.3 <b>Détecteurs</b> .....	6
6.4 <b>Optique de formation du faisceau</b> .....	7
6.5 <b>Atténuateurs optiques</b> .....	7
7 <b>Mesurages</b> .....	8
7.1 <b>Généralités</b> .....	8
7.2 <b>Puissance des lasers continus</b> .....	8
7.3 <b>Stabilité de la puissance des lasers continus</b> .....	8
7.4 <b>Énergie d'impulsion des lasers impulsionnels</b> .....	8
7.5 <b>Stabilité de l'énergie des lasers impulsionnels</b> .....	8
7.6 <b>Forme d'impulsion temporelle, durée d'impulsion, temps de montée et puissance de crête</b> .....	8
7.7 <b>Stabilité de la durée d'impulsion</b> .....	9
7.8 <b>Fréquence de répétition des impulsions</b> .....	9
7.9 <b>Fréquence de coupure aux petits signaux</b> .....	9
8 <b>Évaluation</b> .....	9
8.1 <b>Généralités</b> .....	9
8.2 <b>Puissance des lasers continus</b> .....	10
8.3 <b>Stabilité de puissance des lasers continus</b> .....	10
8.4 <b>Énergie d'impulsion des lasers impulsionnels</b> .....	11
8.5 <b>Stabilité de l'énergie des lasers impulsionnels</b> .....	11
8.6 <b>Forme d'impulsion temporelle, durée d'impulsion, temps de montée, temps de descente et puissance de crête</b> .....	11
8.7 <b>Stabilité de la durée d'impulsion</b> .....	13
8.8 <b>Fréquence de répétition des impulsions</b> .....	13
8.9 <b>Fréquence de coupure aux petits signaux</b> .....	13
9 <b>Rapport d'essai</b> .....	13
<b>Annexe A (informative) Bruit d'intensité relative (RIN)</b> .....	16
<b>Bibliographie</b> .....	18

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 11554 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 11554:2003), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, l'annexe CEN relative au respect des Directives CE a été retirée.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 11554:2006

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1ee82c66e/iso-11554-2006)

[35d1ee82c66e/iso-11554-2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1ee82c66e/iso-11554-2006)

## Introduction

Le mesurage de la puissance laser (de l'énergie pour les lasers impulsionnels) est un type courant de mesurage employé par les fabricants et les utilisateurs de lasers. Les mesurages de puissance (énergie) sont nécessaires pour la classification pour la sécurité des lasers, les spécifications de stabilité, les spécifications de puissance maximale de sortie, la prévention des dommages, les exigences d'application spécifique, etc. Le présent document fournit des directives relatives à la réalisation des mesurages de puissance (d'énergie) des lasers aux fins de caractérisation de la stabilité. Les critères de stabilité sont décrits pour des espaces temporels variés (par exemple le court terme, le moyen terme et le long terme) et fournissent des méthodes visant à quantifier ces spécifications. La présente Norme couvre aussi les mesurages d'impulsions lorsque la vitesse de réponse du détecteur peut être d'importance critique lors de l'analyse de la forme d'impulsion ou de la puissance de crête des impulsions courtes. Pour normaliser les comptes rendus de résultats de mesure de la puissance (de l'énergie), un rapport d'essai est également inclus.

La présente Norme internationale est une norme du type B, comme énoncé dans l'ISO 12100-1.

Les dispositions de la présente Norme internationale peuvent être complétées ou modifiées par une norme du type C.

Noter que pour les machines qui sont couvertes par le domaine d'application d'une norme du type C et qui ont été conçues et fabriquées selon les dispositions de cette norme, les dispositions de cette norme du type C prévalent sur les dispositions de cette norme du type B.

(standards.iteh.ai)

[ISO 11554:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1cc82c66e/iso-11554-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1cc82c66e/iso-11554-2006>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 11554:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc7e06a5-25e4-45dc-9fbf-35d1cc82c66e/iso-11554-2006>

# Optique et photonique — Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai de la puissance et de l'énergie des faisceaux lasers et de leurs caractéristiques temporelles

## 1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale spécifie des méthodes d'essai pour la détermination de la puissance et de l'énergie des faisceaux lasers continus et impulsions ainsi que leurs caractéristiques temporelles de forme et de durée d'impulsion et de fréquence de répétition des impulsions. Elle indique, en outre, des méthodes d'essai et d'évaluation de la stabilité de la puissance des lasers continus, de la stabilité de l'énergie des lasers impulsions et de la stabilité de la durée d'impulsion.

Les méthodes d'essai données dans la présente Norme Internationale sont destinées à être utilisées pour les essais et la détermination des caractéristiques des lasers.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 11145:2006, *Optique et instruments d'optique — Lasers et équipements associés aux lasers — Vocabulaire et symboles*

CEI 61040:1990, *Détecteurs — Instruments et matériels de mesurage de puissance et d'énergie des rayonnements laser*

*Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM), BIPM/CEI/FICC/ISO/OIML/UICPA/UIPPA*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11145 et dans le VIM, ainsi que les suivants s'appliquent.

### 3.1 bruit d'intensité relative

**RIN**

$R(f)$

densité spectrale unilatérale des fluctuations de puissance normalisée au carré de la puissance moyenne en fonction de la fréquence  $f$

NOTE 1 Le bruit d'intensité relative  $R(f)$  ou RIN, tel que défini ci-dessus, correspond expressément à la «densité spectrale du bruit d'intensité relative», mais il est, en général, simplement dénommé RIN.

NOTE 2 Pour de plus amples détails, voir Annexe A.

**3.2**  
**fréquence de coupure aux petits signaux**

$f_c$   
fréquence à laquelle la modulation de puissance de sortie du laser chute de la moitié de la valeur obtenue à de basses fréquences lorsqu'on applique une modulation de puissance d'entrée constante et faible, et que l'on augmente la fréquence

**4 Symboles et unités de mesure**

Les symboles et unités spécifiés dans l'ISO 11145 et dans le Tableau 1 sont utilisés dans la présente Norme Internationale.

**Tableau 1 — Symboles et unités de mesure**

Symbole	Unité	Terme
$\Delta P$	1	Fluctuation relative de puissance à un niveau de confiance de 95 % pour une durée d'échantillonnage appropriée $\Delta P$ [(1 $\mu$ s) et/ou $\Delta P$ (1 ms) et/ou $\Delta P$ (0,1 s) et/ou $\Delta P$ (1 s)]
$P$	W	Puissance moyennée sur la durée d'échantillonnage
$\bar{P}$	W	Puissance moyenne, calculée sur la durée de mesure, aux conditions de fonctionnement spécifiées par le fabricant
$\Delta Q$	1	Fluctuation relative de l'énergie d'impulsion au niveau de confiance de 95 %
$\bar{Q}$	J	Énergie pulsée moyenne
$t$	s	Durée de mesure
$s$	1	Écart-type mesuré
$U_{rel}$	1	Incertitude relative élargie correspondant à un niveau de confiance de 95 % (facteur d'élargissement $k = 2$ )
$U_{rel}(C)$	1	Incertitude relative élargie d'étalonnage correspondant à un niveau de confiance de 95 % (facteur d'élargissement $k = 2$ )
$k$	1	Facteur d'élargissement pour la détermination de l'incertitude
$T$	s	Durée de répétition des impulsions
$\tau_R$	s	Temps de montée de l'impulsion du laser
$\tau_F$	s	Temps de descente de l'impulsion du laser
$\Delta \tau_H$	1	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_H$ au niveau de confiance de 95 %
$\Delta \tau_{10}$	1	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_{10}$ au niveau de confiance de 95 %
$m$	1	Lecture
$\bar{m}$	1	Valeur moyenne des lectures
$S(t)$	1	Signal du détecteur
$R(f)$	Hz <sup>-1</sup> ou dB/Hz	Bruit d'intensité relative, RIN
$f$	Hz	Fréquence
$[f_1, f_2]$	Hz	Domaine de fréquences pour lequel le bruit d'intensité relative $R(f)$ est donné
$f_c$	Hz	Fréquence de coupure aux petits signaux

NOTE 1 Pour de plus amples détails concernant le niveau de confiance de 95 %, voir l'ISO 2602.

NOTE 2 L'incertitude élargie s'obtient en multipliant l'incertitude-type par un facteur d'élargissement  $k = 2$ . On la détermine conformément au GUM [3]. En général, avec ce facteur d'élargissement, la valeur du mesurande se situe dans l'intervalle défini par l'incertitude élargie, avec une probabilité d'approximativement 95 %.

NOTE 3  $R(f)$ , exprimé en dB/Hz, est égal à  $10 \log R(f)$ ,  $R(f)$  étant donné en Hz<sup>-1</sup>.

## 5 Principes de mesure

Le faisceau laser est dirigé sur la surface du détecteur pour produire un signal dont l'amplitude est proportionnelle à la puissance ou à l'énergie du laser. L'amplitude est mesurée en fonction du temps. Le rayonnement émis par des sources hautement divergentes est capté par une sphère intégrante. Il est possible d'utiliser des dispositifs de formation et d'atténuation du faisceau, si cela est approprié.

La méthode d'évaluation dépend du paramètre à déterminer et elle est décrite dans l'Article 8.

## 6 Configuration de mesure, appareillage d'essai et dispositifs auxiliaires

### 6.1 Préparation

#### 6.1.1 Sources ayant de petits angles de divergence

Le faisceau laser et l'axe optique du système de mesurage doivent être coaxiaux. Choisir le diamètre (section transversale) du système optique de sorte qu'il contienne la totalité de la section transversale du faisceau laser et que la perte par séparation ou diffraction soit inférieure à 10 % de l'incertitude de mesure prévue.

Disposer un axe optique de façon qu'il soit coaxial avec le faisceau laser à mesurer. Il existe, pour cela, des dispositifs d'alignement optique adaptés (par exemple des lasers d'alignement ou des miroirs orientables). Monter les atténuateurs ou les optiques de mise en forme du faisceau de telle façon que l'axe optique passe par les centres géométriques. Il convient de prendre des précautions pour éviter les erreurs systématiques.

NOTE 1 Les réflexions, la lumière ambiante extérieure, le rayonnement thermique et les courants d'air sont tous des sources potentielles d'erreur.

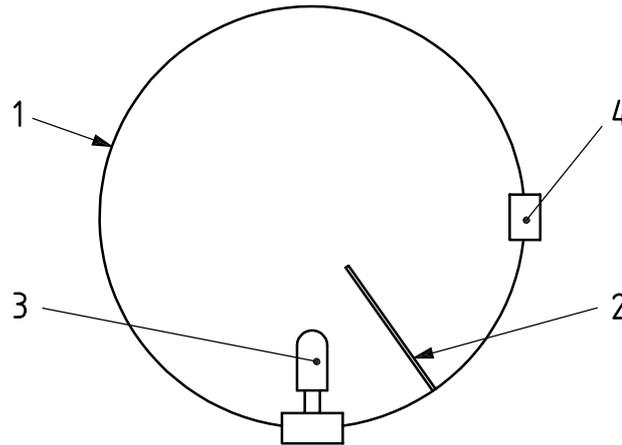
La préparation initiale étant achevée, faire une évaluation pour déterminer si la totalité du faisceau laser atteint la surface du détecteur. Pour cette détermination, des ouvertures de différents diamètres peuvent être introduites dans le trajet du faisceau en face de chaque composant optique. Réduire la dimension de l'ouverture jusqu'à réduction du signal de sortie de 5 %. Il convient que cette ouverture ait un diamètre inférieur d'au moins 20 % à l'ouverture du composant optique. Pour les faisceaux divergents, il est recommandé que l'ouverture soit placée immédiatement en face du détecteur pour assurer la capture totale du faisceau.

NOTE 2 Éliminer ces ouvertures avant d'effectuer les mesurages de puissance (d'énergie) décrits dans l'Article 7.

#### 6.1.2 Sources ayant de grands angles de divergence

Le rayonnement émis par des sources hautement divergentes doit être capté par une sphère intégrante. Le rayonnement capté est soumis à des réflexions multiples à partir de la paroi de la sphère intégrante; ceci conduit à un éclairage uniforme de la surface proportionnel au flux capté. Un détecteur situé dans la paroi de la sphère mesure cet éclairage. Un écran opaque protège le détecteur contre le rayonnement direct du dispositif soumis au mesurage. Le dispositif émetteur est positionné à, ou près de, l'entrée de la sphère intégrante de telle sorte qu'aucun rayonnement direct n'atteigne le détecteur.

La Figure 1 présente une configuration de mesure par sphère intégrante pour une petite source émettrice positionnée à l'intérieur de la sphère intégrante. Il convient que les sources de grandes dimensions soient évidemment positionnées à l'extérieur de la sphère, mais assez proches de l'ouverture d'entrée afin que tout le rayonnement émis entre dans la sphère.



**Légende**

- 1 sphère intégrante
- 2 écran opaque diffusant
- 3 dispositif soumis au mesurage
- 4 détecteur

**Figure 1 — Schéma de montage pour le mesurage de sources hautement divergentes**

**6.1.3 Mesurage du spectre du RIN**

ITh STANDARD PREVIEW

La configuration de mesure utilisée pour déterminer le spectre du RIN est représentée à la Figure 2. Le faisceau se propage à travers la lentille, un atténuateur ou un autre milieu réducteur est recueilli par le détecteur. Lors de l'ajustement de la configuration de mesure, la puissance de sortie rétro-réfléchiée dans le laser doit être minimisée de façon à éviter que des distorsions n'influencent les mesurages.

Le RIN,  $R(f)$ , est à déterminer au plan A de référence, avant toute perte. La composante de Poisson du RIN est augmentée au plan B en raison des pertes et de nouveau, au plan C en raison d'une inefficacité du processus de détection.

NOTE Une explication des différentes composantes du RIN est donnée dans l'Annexe A.

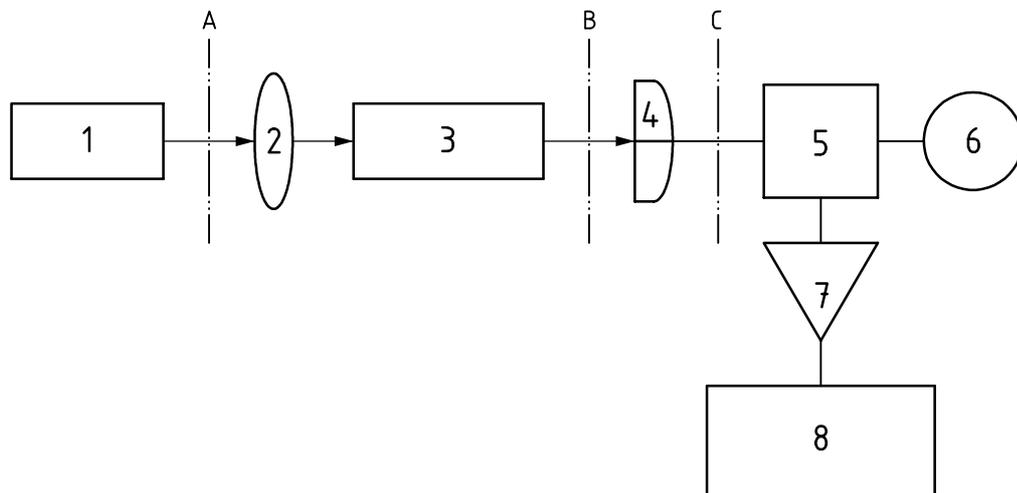
Pour mesurer le RIN, un séparateur électrique envoie le signal continu produit par un laser d'essai dans un ampèremètre, tandis que le bruit électrique en courant alternatif est amplifié et affiché sur un analyseur de spectre électrique. Le RIN dépend de nombreuses grandeurs dont les principales sont:

- la fréquence,
- la puissance de sortie,
- la température,
- la modulation de fréquence,
- le retard et l'amplitude du retour optique,
- le rapport mode/suppression, et
- la fréquence d'oscillation d'atténuation.

De ce fait, il est recommandé de minimiser les variations ou modifications de ces grandeurs pendant le processus de mesurage.

**6.1.4 Mesurage de la fréquence de coupure aux petits signaux**

Pour déterminer la fréquence de coupure aux petits signaux  $f_c$  des lasers, le laser est modulé suivant la description donnée en 7.9 et la puissance de sortie en courant alternatif est mesurée. La Figure 3 représente la configuration fondamentale de mesure dans le cas des diodes lasers. Lors de l'ajustement de la configuration de mesure, la puissance de sortie rétro-réfléchie dans le laser doit être minimisée de façon à éviter que des distorsions n'influencent les mesurages.

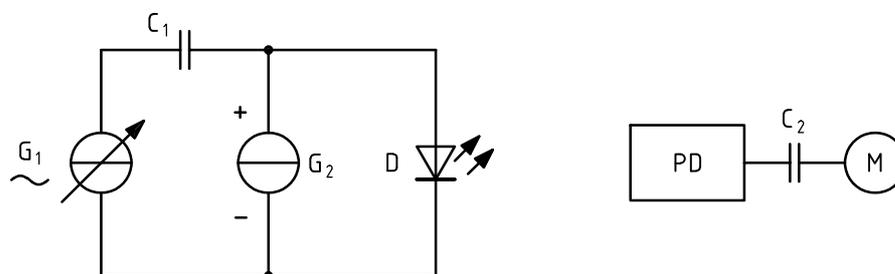


**Légende**

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 laser                           | 5 séparateur électrique           |
| 2 lentille                        | 6 ampèremètre                     |
| 3 atténuateur ou milieu réducteur | 7 préamplificateur                |
| 4 détecteur                       | 8 analyseur de spectre électrique |
- A plan de référence qui définit le RIN  
 B la composante de Poisson du RIN augmente en raison des pertes  
 C le détecteur ajoute un bruit de grenaille au RIN

NOTE Voir référence [4].

**Figure 2 — Configuration de mesure utilisée pour déterminer le spectre du RIN**



**Légende**

- |  |  |
|--|--|
| D dispositif soumis au mesurage                            | G <sub>1</sub> générateur de courant alternatif à fréquence réglable |
| PD photodétecteur  | G <sub>2</sub> générateur de courant continu                         |
| M mesureur de la puissance de sortie en courant alternatif | C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> condensateurs de couplage            |

**Figure 3 — Configuration de mesure utilisée pour déterminer la fréquence de coupure aux petits signaux des diodes lasers**