

---

---

**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**

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

[ISO 11554:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017>



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

[ISO 11554:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles et unités de mesurage</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Principes de mesurage</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Configuration de mesurage, appareillage d'essai et dispositifs auxiliaires</b> .....	<b>3</b>
6.1    Préparation.....	3
6.1.1    Sources ayant de petits angles de divergence.....	3
6.1.2    Sources ayant de grands angles de divergence.....	4
6.1.3    Mesure du RIN.....	4
6.1.4    Mesurage de la fréquence de coupure aux petits signaux.....	5
6.2    Contrôle des impacts environnementaux.....	6
6.3    Détecteurs.....	6
6.4    Optique de formation du faisceau.....	8
6.5    Atténuateurs optiques.....	8
<b>7</b> <b>Mesurages</b> .....	<b>8</b>
7.1    Généralités.....	8
7.2    Puissance des lasers continus.....	8
7.3    Stabilité de la puissance des lasers continus.....	8
7.4    Énergie d'impulsion des lasers impulsionnels.....	9
7.5    Stabilité de l'énergie des lasers impulsionnels.....	9
7.6    Forme d'impulsion temporelle, durée d'impulsion, temps de montée, temps de descente et puissance de crête.....	9
7.7    Stabilité de la durée d'impulsion.....	9
7.8    Fréquence de répétition des impulsions.....	9
7.9    Bruit d'intensité relative, RIN.....	9
7.10   Fréquence de coupure aux petits signaux.....	9
<b>8</b> <b>Évaluation</b> .....	<b>10</b>
8.1    Généralités.....	10
8.2    Puissance des lasers continus.....	10
8.3    Stabilité de puissance des lasers continus.....	11
8.4    Énergie d'impulsion des lasers impulsionnels.....	11
8.5    Stabilité de l'énergie des lasers impulsionnels.....	11
8.6    Forme d'impulsion temporelle, durée d'impulsion, temps de montée, temps de descente et puissance de crête.....	12
8.7    Stabilité de la durée d'impulsion.....	13
8.8    Taux de répétition des impulsions.....	14
8.9    Bruit d'intensité relative, RIN.....	14
8.10   Fréquence de coupure aux petits signaux.....	14
<b>9</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe A (informative) Bruit d'intensité relative (RIN)</b> .....	<b>17</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>19</b>

## 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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité 9, *Systèmes électro-optiques*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 11554:2006), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les changements suivants ont été faits:

- a) [Paragraphe 3.1](#): la définition du RIN a été changée afin d'harmoniser avec l'ISO 11145:2016;
- b) [Article 4](#), note 3: l'expression pour le calcul du dB a été corrigée;
- c) [Figure 3](#): l'explication de M a été modifiée;
- d) [Paragraphe 7.9](#): la mesure du RIN a été ajoutée, et l'ancien contenu du [7.9](#) a été déplacé en [7.10](#);
- e) [Paragraphe 7.10](#): l'explication du mesurage de la fréquence de coupure aux petits signaux a été modifiée;
- f) [Paragraphe 8.9](#): l'explication du RIN a été ajoutée, et l'ancien contenu du [8.9](#) a été déplacé en [8.10](#);
- g) [Article 9](#), point 8): les paramètres pour le RIN ont été ajoutés, et l'ancien contenu du point 8) a été déplacé au point 9);
- h) Les numéros des équations ont été renumérotés.

## Introduction

Le mesurage de la puissance laser (de l'énergie pour les lasers impulsionnels) est un type courant de mesurage effectué par les fabricants et les utilisateurs de lasers. Les mesurages de puissance (énergie) sont nécessaires pour la classification de 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 lignes directrices relatives à la réalisation des mesurages de puissance (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. Le présent document 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 le rapport de résultats de mesurage de la puissance (énergie), un modèle de rapport est également inclus.

Le présent document est une norme de type B, comme énoncé dans l'ISO 12100.

Les dispositions du présent document peuvent être complétées ou modifiées par une norme de type C.

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

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

[ISO 11554:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017>

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

ISO 11554:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017>

# 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

Le présent document 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 d'impulsion, de durée d'impulsion et du taux de répétition d'impulsion. 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 le présent document sont destinées à être utilisées pour les essais et la détermination des caractéristiques des lasers.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11145, *Optique et photonique — Lasers et équipements associés aux lasers — Vocabulaire et symboles*

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

IEC 61040:1990, *Détecteurs, instruments et matériels de mesurage de puissance et d'énergie des rayonnements laser*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11145, dans le Guide ISO/IEC 99 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

**3.1**  
**bruit d'intensité relative**  
**RIN**  
 $R(f)$

quotient de la moyenne quadratique des variations de la puissance de rayonnement par la moyenne quadratique de la puissance moyenne de rayonnement, normalisée à une bande de fréquence de largeur unitaire

$$R(f) = \frac{\langle \Delta P(f)^2 \rangle}{\langle P(f)^2 \rangle} \frac{1}{\Delta f} \tag{1}$$

Note 1 à l'article: Le bruit d'intensité relative  $R(f)$  ou RIN [voir [Formule \(1\)](#)] est explicitement appelé «densité spectrale de bruit d'intensité relative», mais généralement appelée simplement RIN.

Note 2 à l'article: Pour plus de détails, voir l'[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 faible, constante, 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 le présent document.

**STANDARD PREVIEW**  
**Tableau 1 — Symboles et unités de mesure**  
(standards.itech.ai)

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



Tableau 1 (suite)

Symbole	Unité	Terme
$\Delta\tau_H$	1	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_H$ au niveau de confiance de 95 %
$\tau_R$	s	Temps de montée de l'impulsion du laser
$\Delta\tau_{10}$	1	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_{10}$ au niveau de confiance de 95 %

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

NOTE 2 L'incertitude élargie s'obtient en multipliant l'incertitude-type par un facteur d'élargissement  $k = 2$ . On la détermine conformément au *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*[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  $10 \log_{10} R(f)$ ,  $R(f)$  étant donné en  $\text{Hz}^{-1}$ .

## 5 Principes de mesurage

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 avec de grands angles de divergence 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 mesurage, 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 mesurage 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.

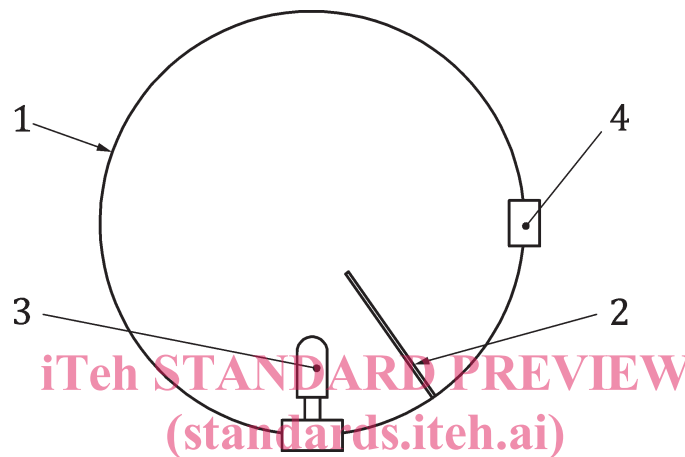
La préparation initiale étant achevée, faire une évaluation pour déterminer si la totalité du faisceau laser atteint la surface du détecteur. Pour cette détermination, des ouvertures de différents diamètres peuvent être introduites dans le trajet du faisceau en face de chaque composant optique. Réduire 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 Retirer ces ouvertures avant d'effectuer les mesurages de puissance (énergie) décrits dans l'Article 7.

6.1.2 Sources ayant de grands angles de divergence

Le rayonnement émis par des sources avec de grands angles de divergence 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 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

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/15dd64cd-f02e-4313-b9be-163a7d85b3f/iso-11554-2017>  
 ISO 11554:2017

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

6.1.3 Mesure du RIN

La configuration de mesure utilisée pour déterminer le RIN est présentée à la [Figure 2](#). Le faisceau se propage à travers la lentille, un atténuateur ou un autre milieu réducteur et est recueilli par le détecteur. Lors de l'ajustement de la configuration de mesure, le retour de la puissance de sortie dans le laser doit être minimisé de façon à éviter des erreurs de mesurage.

Le RIN,  $R(f)$ , est déterminé 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.

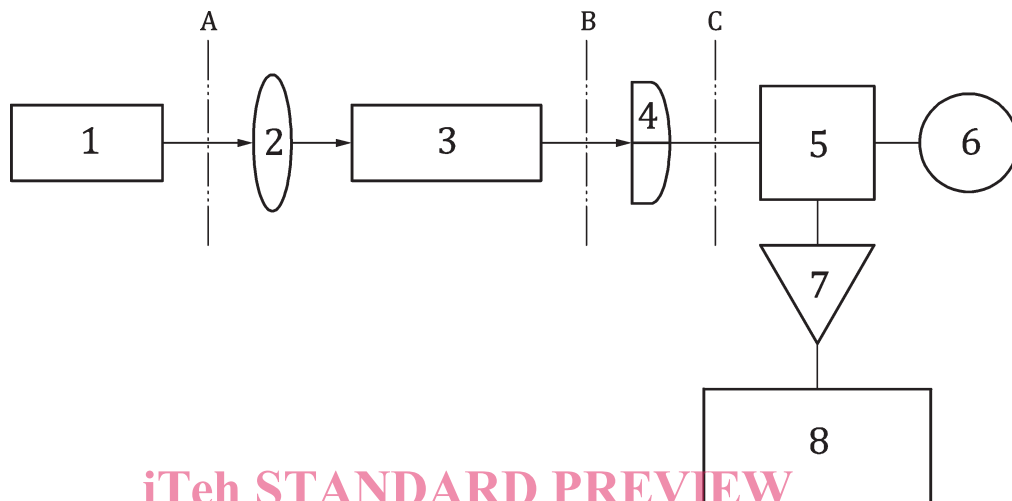
NOTE Une explication des différentes composantes du RIN est donnée en [Annexe A](#).

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 ensuite 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 fréquence de modulation;
- le retard et l'amplitude du retour optique;
- le rapport mode/suppression;
- 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 mesure.



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

#### Légende

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

Figure 2 — Configuration de mesure utilisée pour déterminer le RIN

#### 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 en 7.10 et la puissance de sortie en courant alternatif est mesurée. La Figure 3 représente la configuration basique de mesure dans le cas de diodes lasers. Lors de l'ajustement de la configuration de mesure, le retour de la puissance de sortie dans le laser doit être minimisé de façon à éviter des erreurs de mesure.