

---

---

**Optique et instruments d'optique —  
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 optical instruments — Lasers and laser-related equipment —  
Test methods for laser beam power, energy and temporal characteristics*  
(standard.iso.fr)

[ISO 11554:2003](https://standards.iso.org/iso/11554:2003)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-  
b6696ca49c9b/iso-11554-2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-b6696ca49c9b/iso-11554-2003)



**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 11554:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-b6696ca49c9b/iso-11554-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-b6696ca49c9b/iso-11554-2003>

© ISO 2003

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

1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives .....	1
3	Termes et définitions .....	1
4	Symboles et unités de mesure .....	2
5	Principes de mesure .....	2
6	Configuration de mesurage, appareillage d'essai et dispositifs auxiliaires .....	3
6.1	Préparation .....	3
6.2	Incidence de l'environnement .....	5
6.3	Détecteurs .....	5
6.4	Optique de formation du faisceau .....	6
6.5	Atténuateurs optiques .....	6
7	Mesurages .....	6
7.1	Généralités .....	6
7.2	Puissance des lasers continus .....	6
7.3	Stabilité de puissance des lasers continus .....	6
7.4	Énergie d'impulsion des lasers impulsionnels .....	7
7.5	Stabilité de l'énergie des lasers impulsionnels .....	7
7.6	Forme d'impulsion temporelle, durée d'impulsion, temps de montée et puissance de crête .....	7
7.7	Stabilité de la durée d'impulsion .....	7
7.8	Fréquence de répétition des impulsions .....	7
8	Évaluation .....	8
8.1	Généralités .....	8
8.2	Puissance des lasers continus .....	8
8.3	Stabilité de puissance des lasers continus .....	8
8.4	Énergie d'impulsion des lasers impulsionnels .....	9
8.5	Stabilité de l'énergie des lasers impulsionnels .....	9
8.6	Forme d'impulsion temporelle, durée d'impulsion, temps de montée et puissance de crête .....	9
8.7	Stabilité de la durée d'impulsion .....	11
8.8	Fréquence de répétition des impulsions .....	11
9	Rapport d'essai .....	12
	<b>Annexe A (informative) Bruit d'intensité relative (RIN) .....</b>	<b>14</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>16</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 (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 instruments d'optique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 11554:1998), dont elle constitue une révision technique.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-b6696ca49c9b/iso-11554-2003>

## Introduction

La mesure de la puissance laser (de l'énergie pour les lasers impulsionnels) est un type courant de mesure employée par les fabricants et les utilisateurs de lasers. Les mesures de puissance (énergie) sont nécessaires pour la classification des lasers pour la sécurité, les spécifications de stabilité, les spécifications de puissance maximale de sortie, la prévention des dommages, les exigences d'application spécifique, etc. La présente Norme internationale fournit des lignes directrices sur les mesures de performance en puissance (énergie) des lasers, principalement appliquées à la caractérisation de la stabilité. Les critères de stabilité sont décrits pour des zones temporelles variées (par exemple court terme, moyen terme, long terme) et fournissent des méthodes pour quantifier ces spécifications. La présente Norme internationale couvre aussi les mesures 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 crête des courtes impulsions. Pour normaliser les résultats de mesure de puissance (énergie), un rapport d'essai est également inclus.

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

[ISO 11554:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-b6696ca49c9b/iso-11554-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-b6696ca49c9b/iso-11554-2003>

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

ISO 11554:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4837da3d-f6bd-43ce-bebc-b6696ca49c9b/iso-11554-2003>

# Optique et instruments d'optique — 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 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.

iTeh STANDARD PREVIEW

## 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11145:2001, *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*

VIM, *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11145, dans le VIM, *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*, ainsi que les suivants s'appliquent.

### 3.1

#### bruit d'intensité relative

RIN

moyenne quadratique des fluctuations de puissance optique,  $\langle \Delta P^2 \rangle$ , sur un système de bande passante, normalisées à  $P_0^2$ , le carré de la puissance moyenne  $P_0 = \langle P \rangle$

NOTE 1 Le bruit d'intensité relative spectral,  $R(\omega)$ , est la densité spectrale unilatérale des fluctuations de puissance normalisées à  $P_0^2$ .

NOTE 2 Pour plus de détails, voir l'Annexe A.

## 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 moyen terme (1 min) pour un niveau de confiance de 95 %
$\Delta P_{60}$	—	Fluctuation relative de puissance à long terme (60 min) pour un niveau de confiance de 95 %
$P_1, P_{60}$	W	Puissance moyennée sur 0,01 s pour $t_1$ et sur 1 s pour $t_{60}$
$\overline{P}_1, \overline{P}_{60}$	W	Puissance moyenne, calculée sur 1 min et 60 min, respectivement, dans les conditions de fonctionnement spécifiées par le fabricant
$\Delta Q$	—	Fluctuation relative de l'énergie d'impulsion pour un niveau de confiance de 95 %
$t_1$	s	Intervalle de temps moyen (1 min)
$t_{60}$	s	Intervalle de temps long (60 min)
$s$	—	Écart-type mesuré
$u_{rel,k}$	—	Incertitude relative étendue du coefficient d'étalonnage ( $k = 2$ ) pour un niveau de confiance de 95 %
$u_{rel}$	—	Incertitude relative étendue de mesure ( $k = 2$ ) pour un niveau de confiance de 95 %
$T$	s	Durée de répétition des impulsions
$\tau_R$	s	Temps de montée de l'impulsion du laser
$\Delta \tau_H$	—	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_H$ pour un niveau de confiance de 95 %
$\Delta \tau_{10}$	—	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_{10}$ pour un niveau de confiance de 95 %
$m$	—	Lecture
$\overline{m}$	—	Valeur moyenne des lectures
$U(t)$	—	Signal du détecteur
$R(\omega)$	dB/Hz ou $\text{Hz}^{-1}$	Bruit d'intensité relative spectral (densité de puissance de bruit spectrale)
RIN	dB	Bruit d'intensité relative

NOTE 1 Pour plus de détails relatifs au niveau de confiance de 95 %, voir l'ISO 2602.

NOTE 2 L'incertitude étendue est obtenue en multipliant l'incertitude standard par le facteur de recouvrement  $k = 2$ . Il est déterminé conformément au *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* [2]. En général, avec ce facteur de recouvrement, la valeur du mesurande se situe avec une probabilité d'environ 95 % à l'intérieur de l'intervalle défini par l'incertitude étendue.

## 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 avec angles de divergence petits

Le faisceau laser et l'axe optique du système de mesure doivent être coaxiaux. Le diamètre (section transversale) du système optique doit être choisi de sorte qu'il accepte 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 escomptée.

Un axe optique est disposé de façon à être coaxial avec le faisceau laser à mesurer. Pour cela, des dispositifs d'alignement optique adaptés sont utilisés (par exemple des lasers d'alignement ou des miroirs orientables). Les atténuateurs ou les optiques de formation de faisceau doivent être montés 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 des sources potentielles d'erreur.

La préparation initiale étant achevée, une évaluation doit être faite 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. La dimension de l'ouverture est réduite 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 (énergie) décrits à l'Article 7.

ISO 11554:2003

#### 6.1.2 Sources hautement divergentes

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

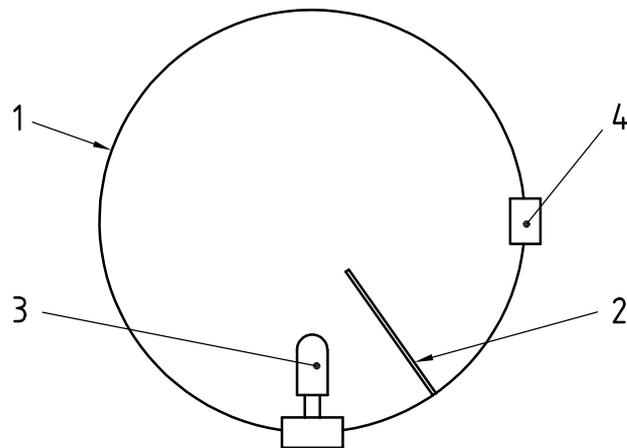
La Figure 1 présente une configuration de mesure par sphère intégrante pour une petite source émettrice positionnée à l'intérieur de la sphère intégrante. Il convient que les sources de grandes dimensions soient évidemment positionnées à l'extérieur de la sphère, mais assez proches de l'ouverture d'entrée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

#### 6.1.3 Mesure du bruit d'intensité relative (RIN) spectral

Comme illustré à la Figure 2, le faisceau se propage à travers la lentille, un atténuateur ou autre milieu réducteur et est recueilli par le photo-détecteur. Le RIN  $R(\omega)$  est à déterminer au plan A de référence, avant toute perte. Le composant de Poisson du RIN est amplifié au travers du plan B en raison des pertes et de nouveau au travers le plan C en raison de l'inefficacité dans le processus de photo-détection.

NOTE Pour une explication sur les différents composants du RIN, voir l'Annexe A.

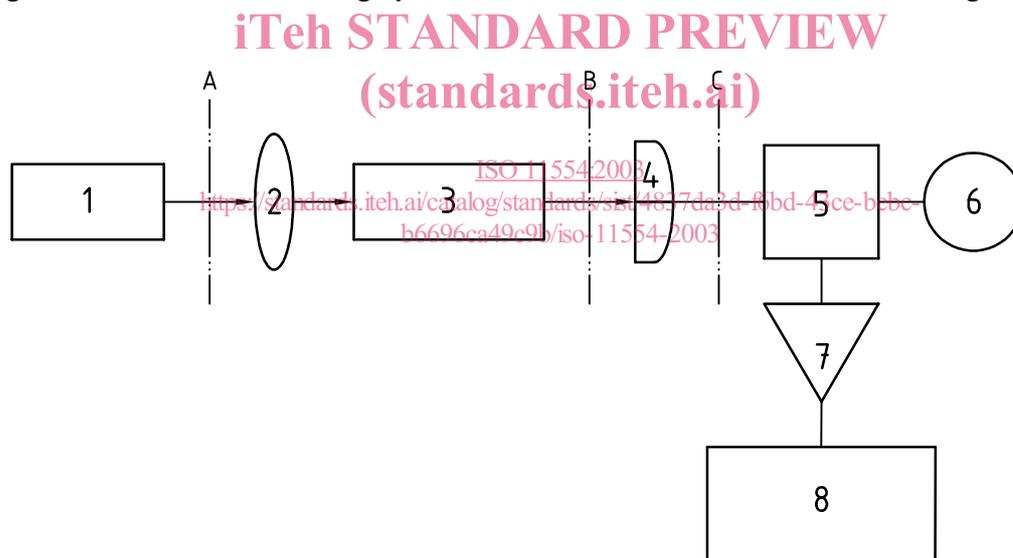
Pour mesurer le RIN, un diviseur électrique envoie le photocourant continu produit dans un détecteur par un laser d'essai dans un ampèremètre, tandis que le bruit électrique en courant alternatif est amplifié et affiché sur un analyseur spectral électrique. Le RIN dépend de nombreuses grandeurs, les principales étant 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 de détente. De ce fait, il est recommandé que les variations ou modifications de ces grandeurs soient minimisées pendant la mesure.



**Légende**

- 1 sphère intégrante
- 2 écran opaque diffusant
- 3 dispositif soumis à mesure
- 4 détecteur étalonné

**Figure 1 — Schéma de montage pour la mesure des sources hautement divergentes**



**Légende**

- 1 laser
- 2 lentille
- 3 atténuateur ou autre milieu réducteur
- 4 photo-détecteur
- 5 diviseur électrique
- 6 ampèremètre
- 7 pré-amplificateur
- 8 analyseur spectral électrique

**Figure 2 — Montage de mesure pour la détermination du bruit d'intensité relative (RIN) spectral**

## 6.2 Incidence de l'environnement

Des mesures appropriées, par exemple l'isolation mécanique et acoustique du dispositif de mesure, la protection contre tout rayonnement étranger, la stabilisation de la température du laboratoire et le choix d'amplificateurs à faible bruit, doivent être prises pour s'assurer que la contribution de ces différents facteurs à l'erreur totale reste inférieure à 10 % de l'incertitude prévue. Vérifier ceci en effectuant un mesurage de référence, du type de celui qui est décrit dans l'Article 7, mais en veillant à ce que le faisceau laser n'atteigne pas le détecteur (par exemple en intercalant un arrêt de faisceau dans la cavité du laser ou près de la sortie du laser). La valeur de l'écart-type (faisceau laser bloqué) obtenue en effectuant une évaluation du type de celle qui est décrite dans l'Article 8, doit être inférieure à un dixième de la valeur obtenue en effectuant un mesurage lorsque le faisceau laser atteint le détecteur.

## 6.3 Détecteurs

Le détecteur de rayonnement doit être conforme à la CEI 61040:1990, Articles 3 et 4 plus particulièrement. De plus, les points suivants doivent être notés.

### a) Mesureur de puissance/énergie étalonné:

- toute non-linéarité ou non-uniformité du détecteur ou du dispositif électronique, ainsi que sa dépendance à la longueur d'onde, doit être minimisée ou corrigée au moyen d'une procédure d'étalonnage;
- pour la mesure des faisceaux hautement divergents, il est recommandé d'utiliser un détecteur sphère intégrante pour assurer le captage de tout rayonnement émis. La mesure directe (par exemple en utilisant un détecteur à surface plane sans sphère intégrante) peut seulement être utilisée lorsqu'il a été déterminé que le détecteur a une sensibilité uniforme et indépendante des angles incidents à 5° près et le faisceau entier atteint la surface photosensible du photo-détecteur;
- les détecteurs utilisés pour toutes les mesures quantitatives doivent être étalonnés et raccordés aux étalons nationaux correspondants.

### b) Sphère intégrante (utilisée en même temps qu'un mesureur de puissance/énergie étalonné lors de la mesure des sources hautement divergentes):

- la surface de la sphère doit être grande en regard du dispositif soumis à l'essai, de l'écran et des ouvertures;
- la surface des ouvertures de la sphère doit être petite en regard de la surface totale de la sphère;
- les surfaces intérieures de la sphère et de l'écran doivent être recouvertes d'un revêtement diffusant ayant une grande réflectance uniforme (minimum 0,9);
- les atténuations totales à travers la sphère doivent être inférieures à 5 %;
- l'assemblage sphère-détecteur doit être étalonné et raccordé aux étalons nationaux correspondants;
- les modifications d'émission de crête de longueur d'onde ou de flux, dues à la puissance dissipée, doivent être prises en compte.

### c) Détecteur fonctionnant sur une base temporelle:

- il doit être confirmé, à partir des données du fabricant ou par mesurage, que la grandeur de sortie du détecteur (par exemple la tension) est linéairement dépendante de sa grandeur d'entrée (puissance du laser). Toute dépendance à la longueur d'onde, toute non-linéarité ou non-uniformité du détecteur ou d'un dispositif électronique associé, doit être réduite au minimum ou corrigée par une procédure d'étalonnage;
- la largeur de bande de la fréquence électrique du détecteur, y compris la largeur de bande de toute l'électronique associée, doit permettre de reproduire correctement la forme d'impulsion du laser. La présente Norme internationale ne peut être utilisée pour mesurer des impulsions plus rapides que la capacité du système de détection.

Lors de la mesure des caractéristiques de forme de l'impulsion (par exemple puissance de crête, largeur d'impulsion, etc.) le temps de montée du détecteur utilisé (incluant l'amplificateur et tout autre dispositif électronique associé) doit être moins de un dixième du temps de montée de l'impulsion à mesurer.