

---

---

**Optique et instruments d'optique — Lasers  
et équipements associés aux lasers —  
Méthodes d'essai de la puissance et  
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*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11554:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-  
c72b589a0627/iso-11554-1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998)



Sommaire	Page
1 Domaine d'application .....	1
2 Références normatives .....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Symboles et unités .....	1
5 Principes de mesure.....	2
6 Dispositif de mesurage, appareillage d'essai et dispositifs auxiliaires .....	2
7 Mesurages .....	4
8 Évaluation.....	5
9 Rapport d'essai .....	9
Annexe ZA (informative) Normes européennes EN équivalentes aux Normes internationales .....	11

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 11554:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998>

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

## 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 3.

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.

La présente Norme internationale a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

L'annexe ZA de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

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

[ISO 11554:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998>

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

ISO 11554:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998>

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

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les méthodes de mesurage utilisées pour déterminer la puissance et l'énergie des lasers continus et impulsionnels ainsi que les caractéristiques temporelles qui sont: la forme d'impulsion, la durée d'impulsion et la fréquence de répétition des impulsions. Elle indique en outre les méthodes d'essai et d'évaluation de la stabilité de puissance des lasers continus, de la stabilité de l'énergie des lasers impulsionnels, de la stabilité de la durée d'impulsion et de la stabilité de la fréquence de répétition des impulsions.

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 normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 11145:1994, *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 lasers*.

VIM, *Vocabulaire des termes fondamentaux et généraux de métrologie* (publié par le BIPM, la CEI, l'ISO et l'OIML).

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions, donnés dans l'ISO 11145 et dans le Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie s'appliquent.

## 4 Symboles et unités

Les symboles et unités donnés 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
$\Delta P_1$	W	Fluctuation relative de puissance à moyen terme (1 min) pour un niveau de confiance de 95 %
$\Delta P_{60}$	W	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 $t_{60}$
$\bar{P}_1, \bar{P}_{60}$	W	Puissance moyenne, calculée sur 1 min et 60 min, respectivement, pour les conditions d'utilisation spécifiées par le fabricant
$\Delta Q$	J	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 du coefficient d'étalonnage pour un niveau de confiance de 95 %
$u_{rel}$	-	Incertitude de mesure relative pour un niveau de confiance de 95 %
$f_D$	Hz	Fréquence de coupure supérieure
$T$	s	Durée de répétition des impulsions
$\tau_R$	s	Temps de montée de l'impulsion du laser
$\Delta \tau_H$	s	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_H$ pour un niveau de confiance de 95 %
$\Delta \tau_{10}$	s	Fluctuation relative de la durée d'impulsion par rapport à $\tau_{10}$ pour un niveau de confiance de 95 %
$m$	-	Lecture
$\bar{m}$	-	Valeur moyenne des lectures
$U(t)$	-	Signal du détecteur

## 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 l'énergie du laser. On mesure l'amplitude en fonction du temps. Il est possible d'utiliser des dispositifs de formation et/ou d'atténuation du faisceau.

L'évaluation dépend du paramètre à déterminer et elle est décrite dans l'article 7.

## 6 Dispositif de mesurage, appareillage d'essai et dispositifs auxiliaires

### 6.1 Préparation

Le faisceau laser et l'axe optique du système de mesurage 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, on utilise des dispositifs d'alignement optique adaptés (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. Des précautions doivent être prises pour éviter les erreurs systématiques.

NOTE Les réflexions, la lumière ambiante extérieure, le rayonnement thermique ou les courants d'air sont autant de 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. 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.

## 6.2 Incidence de l'environnement

Des mesures appropriées (par exemple, l'isolation mécanique et acoustique du dispositif de mesurage, la protection contre tout rayonnement étranger, la stabilisation de la température du laboratoire, 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. On vérifie cela en effectuant un mesurage de référence, c'est-à-dire un mesurage 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 1/10 de la valeur obtenue en effectuant un mesurage lorsque le faisceau laser atteint le détecteur.

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

### 6.3 Détecteurs

Les dispositions de la CEI 61040:1990 s'appliquent au détecteur de rayonnement. Les articles 3 et 4 sont particulièrement importants. De plus, il faut prendre note des points suivants:

- <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a7f865-55db-4fc8-8e7e-c72b589a0627/iso-11554-1998>
- 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.
- b) Détecteur fonctionnant sur une base temporelle
- Il faut confirmer, à partir des données fabricant ou par mesurage, que la grandeur de sortie du détecteur (par exemple, la tension) est linéairement dépendante de sa grandeur d'entrée (la puissance du laser). Toute dépendance à la longueur d'onde, toute non-linéarité ou non-uniformité du détecteur ou du dispositif électronique, 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 d'un amplificateur et de l'électronique associée, doit permettre de reproduire correctement la forme d'impulsions du laser. La pente la plus marquée constitue le facteur décisif. La présente Norme internationale ne peut être utilisée pour mesurer des impulsions plus rapides que la capacité de l'électronique de détection.

Il convient que la fréquence de coupure supérieure  $f_D$  (réduction de 6 dB de la sensibilité) du détecteur, et de l'amplificateur, soit au moins égale à trois fois l'inverse du temps de montée  $\tau_R$  de l'impulsion du laser.

$$f_D \geq 3 \frac{1}{\tau_R} \quad (1)$$

La fréquence de coupure inférieure doit être égale à zéro.

Il importe de vérifier les seuils d'endommagement (pour l'irradiation, l'exposition au rayonnement, la puissance et l'énergie) de la surface du détecteur pour s'assurer qu'ils ne sont pas dépassés par l'image résultante du faisceau laser convergent.

## 6.4 Optique de formation du faisceau

Si la section transversale du faisceau est plus grande que la surface du détecteur, il convient d'utiliser un système optique adapté pour former l'image de la section transversale du faisceau sur la surface du détecteur.

Il faut choisir une optique appropriée à la longueur d'onde. La perte par absorption/réflexion doit être mesurée et il faut en tenir compte dans tous les mesurages. Il faut également tenir compte de la polarisation du laser en présence de réflexions liées à la polarisation.

## 6.5 Atténuateurs optiques

On utilise un atténuateur pour réduire la densité de puissance du laser à la surface du détecteur.

Il faut utiliser des atténuateurs optiques lorsque la puissance de sortie du laser ou sa densité de puissance est supérieure à la plage de fonctionnement (linéaire) ou au seuil d'endommagement du détecteur. Toute dépendance angulaire, dépendance à la polarisation et à la longueur d'onde, toute non-linéarité ou non-uniformité de l'atténuateur optique doit être réduite au minimum ou corrigée au moyen d'une procédure d'étalonnage.

# 7 Mesurages

## 7.1 Généralités

Sauf indication contraire, les mesurages doivent être répétés 10 fois, un mesurage de référence étant introduit entre ces mesurages.

Avant d'entreprendre les mesurages, il faut faire chauffer le laser pendant au moins 1 h (sauf indication contraire par le fabricant) pour atteindre l'équilibre thermique. Les mesurages doivent être effectués dans les conditions d'utilisation spécifiées par le fabricant pour le type de laser évalué.

## 7.2 Puissance des lasers continus

La puissance doit être mesurée au moyen d'un mesureur de puissance étalonné et, en cas de besoin, d'un atténuateur étalonné.

Pour déterminer la stabilité à moyen terme, la durée du mesurage est 1 minute. Le faisceau est échantillonné tous les 1/100 s. La constante de temps du système de détection doit être inférieure ou égale à 1/300 s. Il faut éviter toute synchronisation avec la source d'alimentation électrique (secteur).

Pour déterminer la stabilité à long terme, la durée du mesurage est 1 h. Une lecture doit être effectuée toutes les secondes. La constante de temps du système de détection doit être inférieure ou égale à 1/3 s.

Les lectures maximales et minimales doivent être enregistrées.

## 7.4 Énergie d'impulsion des lasers impulsions

L'énergie d'une impulsion doit être mesurée au moyen d'un compteur d'énergie étalonné et, en cas de besoin, d'un atténuateur étalonné.

## 7.5 Stabilité de l'énergie des lasers impulsions

Le mesurage décrit en 7.4 doit être effectué, si possible, sur 100 impulsions consécutives. Si cela s'avère impossible, on peut retenir 100 impulsions non consécutives. La procédure utilisée doit être mentionnée dans le procès-verbal d'essai.

Les lectures maximales et minimales doivent être enregistrées.

## 7.3 Stabilité de puissance des lasers continus



## 7.6 Forme d'impulsion temporelle, durée d'impulsion, temps de montée et puissance de crête

La forme d'impulsion temporelle doit être mesurée au moyen d'un détecteur conformément à 6.3. Pour déterminer la puissance de crête, l'énergie d'impulsion doit être mesurée en même temps, conformément à 7.4.

## 7.7 Stabilité de la durée d'impulsion

La durée d'impulsion de 100 impulsions est mesurée conformément aux indications données en 7.6.

Les lectures maximales et minimales doivent être enregistrées.

## 7.8 Fréquence de répétition des impulsions

On peut utiliser un fréquencemètre pour mesurer la fréquence de répétition des impulsions à partir du signal de sortie du détecteur. En fonction de la méthode de déclenchement choisie, il importe de prendre les précautions nécessaires pour réduire les risques de faux déclenchement ou double déclenchement du fréquencemètre. Cela est particulièrement important lorsque l'impulsion laser comporte plus d'une crête. On peut utiliser un oscilloscope ou un enregistreur de transitoires pour visualiser la forme d'onde puissance/temps en sortie de détecteur.

À défaut, le mesurage du temps entre deux crêtes équivalentes d'impulsions consécutives en sortie du détecteur donne la période de répétition des impulsions  $T$ . La fréquence de répétition des impulsions  $f_p$  est l'inverse de la période de répétition des impulsions  $T$ :

$$f_p = 1/T \quad (2)$$

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

## 8 Évaluation

### 8.1 Généralités

ISO 11554:1998

L'écart-type  $s$  de  $n$  mesures  $m_i$  est calculé selon la formule suivante:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n-1}} \quad (3)$$

dans laquelle la valeur moyenne  $\bar{m}$  est la suivante:

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} \quad (4)$$

L'incertitude relative du coefficient d'étalonnage  $u_{rel,k}$  est calculée comme suit, à partir de l'incertitude relative du coefficient d'étalonnage du détecteur ( $u_{rel,k}$ )<sub>D</sub>, l'incertitude relative du coefficient d'étalonnage de l'atténuateur ( $u_{rel,k}$ )<sub>A</sub> et l'incertitude relative liée à l'électronique:

$$u_{rel,k} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u_{rel,k})_i^2} \quad (5)$$

où

$i$  est D, A, électronique

$u_{rel,k}$  sont déterminés pour un niveau de confiance de 95 %.