
**Lasers et équipements associés aux
lasers — Méthodes d'essai des paramètres
des faisceaux laser — Stabilité de visée du
faisceau**

*Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser beam
parameters — Beam positional stability*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11670:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999>



Sommaire

1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Système de coordonnées et axe du faisceau	2
5 Principes d'essai.....	4
6 Systèmes de mesure, équipements d'essai et dispositifs auxiliaires.....	5
7 Modes opératoires d'essai.....	6
8 Évaluation.....	7
9 Rapport d'essai	11

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11670:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999>

© ISO 1999

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 Norme internationale ISO 11670 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11670:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999>

Introduction

Le centre d'un faisceau laser est défini comme le centre ou le moment spatial d'ordre 1 de la distribution de la densité de puissance. L'axe réel de propagation d'un faisceau est donc la droite qui relie deux centres mesurés simultanément dans deux plans différents, dans un milieu uniforme et homogène. L'instabilité de l'axe du faisceau peut être caractérisée par des déplacements transversaux et des mouvements angulaires qui sont soit monotones, soit périodiques, ou stochastiques dans le temps.

Il est peu probable que le mouvement d'un faisceau laser soit distribué de manière aléatoire et que son amplitude soit uniforme dans toutes les directions. Généralement, le faisceau peut effectuer un mouvement plus important dans une direction. Si une direction est prédominante, les modes opératoires spécifiés dans la présente Norme internationale peuvent être utilisés afin d'identifier cette direction dominante (l'axe des x du faisceau) et sa position azimutale relative aux axes d'expérimentation.

La présente Norme internationale fournit des principes généraux de mesure de ces grandeurs. En outre, les définitions des termes et abréviations à utiliser en référence à la position du faisceau sont fournis.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11670:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999>

Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai des paramètres des faisceaux laser — Stabilité de visée du faisceau

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit les méthodes de détermination de la stabilité de visée du faisceau. Les méthodes d'essai données dans la présente norme sont destinées à être utilisées pour l'essai et la caractérisation des lasers.

2 Références normatives

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 des 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 11670:1999

ISO 11145:1994, *Optique et instruments d'optique — Lasers et équipements associés aux lasers — Vocabulaire et symboles.*

ISO 11146:1999, *Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai des paramètres des faisceaux lasers — Largeur du faisceau, angle de divergence et facteur de propagation du faisceau.*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans la CEI 61040, l'ISO 11145 et l'ISO 11146 ainsi que les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 mouvement angulaire

$\alpha_x, \alpha_y,$

mouvement angulaire du faisceau laser dans les plans x - z et y - z , respectivement

NOTE Ces grandeurs sont définies dans le système lié au faisceau x, y, z . Si le rapport des grandeurs dans les directions x et y n'excède pas 1,15:1, on considère que la grandeur est symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Dans ce cas l'indice α est alors omis.

3.2 stabilité angulaire du faisceau

$\delta\alpha_x, \delta\alpha_y,$

deux fois l'écart-type du mouvement angulaire mesuré

NOTE Ces grandeurs sont définies dans le système lié au faisceau x, y, z . Si le rapport des grandeurs dans les directions x et y n'excède pas 1,15:1, on considère que la grandeur est symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Dans ce cas l'indice $\delta\alpha$ est alors omis.

3.3 pivot

point d'intersection de tous les axes momentanés du faisceau avec l'axe des z

NOTE La mesure du pivot n'est pas traitée dans la présente Norme internationale, parce que celui-ci n'existe pas nécessairement.

3.4 déplacement transversal

$a_x, a_y,$

distance de déplacement transversal du faisceau laser dans la direction des x et des y , respectivement

NOTE 1 Ces grandeurs sont définies dans le système lié au faisceau x, y, z . Si le rapport des grandeurs dans les directions x et y n'excède pas 1,15:1, on considère que la grandeur est symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Dans ce cas l'indice a est alors omis.

NOTE 2 La mesure du déplacement transversal n'est pas traitée dans la présente Norme internationale.

3.5 stabilité de visée du faisceau

$\Delta_x(z'), \Delta_y(z')$

déplacement transversal maximal et/ou mouvement angulaire du faisceau éloigné d'une position moyenne stable

NOTE 1 La stabilité de visée du faisceau est déterminée par le mouvement du centre du faisceau laser dans le plan $x' y'$ au point z' .

NOTE 2 Ces grandeurs sont définies dans le système lié au faisceau x, y, z . Si le rapport des grandeurs dans les directions x et y n'excède pas 1,15:1, on considère que la grandeur est symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Dans ce cas l'indice $\Delta(z')$ est alors omis.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999>

3.6 changement de visée du faisceau au démarrage à froid

différence entre la position du faisceau relevée immédiatement après le branchement d'un laser à l'arrêt adapté à la température ambiante et la position relevée après que le laser a fonctionné au-delà du temps de préchauffage

3.7 stabilité à court terme

stabilité à l'intérieur d'un intervalle de 1 s

3.8 stabilité à moyen terme

stabilité à l'intérieur d'un intervalle de 1 min

3.9 stabilité à long terme

stabilité à l'intérieur d'un intervalle de 1 h

4 Système de coordonnées et axe du faisceau

4.1 Distribution des axes du faisceau

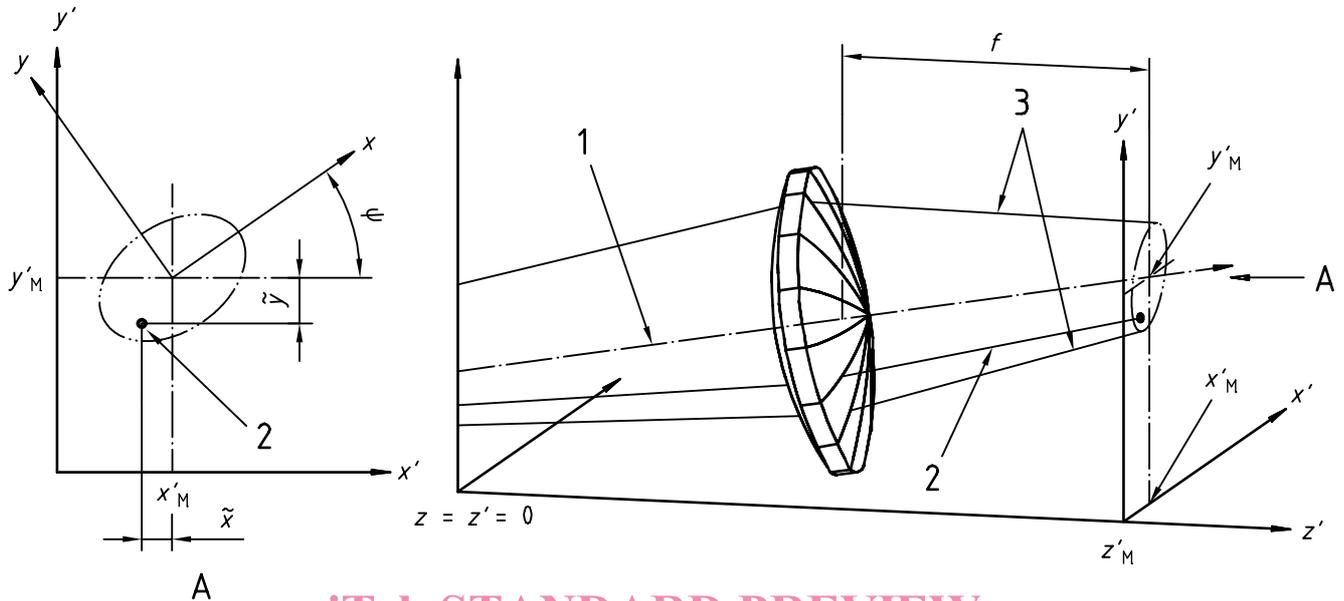
La distribution des axes du faisceau (comme définie dans l'ISO 11145) est obtenue à partir d'un nombre significatif ($n \geq 1\,000$) de mesures de la direction de l'axe du faisceau

Le mouvement de l'axe du faisceau peut être décrit par l'écart-type de cette distribution des axes du faisceau. Cet écart-type peut être différent dans des directions différentes, ce qui signifie que l'amplitude du mouvement du faisceau peut être plus grande dans une direction dominante et que la distribution des mouvements de l'axe du faisceau n'est pas nécessairement de symétrie radiale.

4.2 Systèmes de coordonnées

4.2.1 Généralités

Tous les systèmes de coordonnées sont définis par la règle de la main droite.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Légende

- 1 Direction moyenne des axes de propagation du faisceau
- 2 Axe du faisceau (pour une mesure)
- 3 Deux fois l'écart-type de la distribution des axes du faisceau

ISO 11670:1999
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-25e65e1a07c0/iso-11670-1999>

Figure 1 — Systèmes de coordonnées x', y', z et x, y, z

4.2.2 Système de laboratoire

Les axes des x' , y' et z' définissent les directions spatiales orthogonales dans le système lié au laboratoire. L'origine de l'axe des z' est définie, dans un plan ($x'-y'$) de référence, par le fabricant du laser (par exemple le panneau avant de l'enceinte du laser) de sorte que le faisceau se propage de manière approximative (moins de 10°) le long de l'axe des z' .

4.2.3 Système des axes du faisceau

Un second système de coordonnées orthogonales, le système lié au faisceau, est défini de la manière suivante:

- l'axe des z représente la direction moyenne de l'axe de propagation du faisceau (moment spatial d'ordre 1 de la distribution des axes du faisceau) qui doit être déterminée lorsque le laser a atteint un état d'équilibre;
- l'axe des x représente la direction de l'amplitude maximale du mouvement de la distribution asymétrique des axes du faisceau en champ lointain;

NOTE Ne pas confondre la distribution asymétrique des axes du faisceau avec la fonction de distribution asymétrique de la puissance du faisceau.

- l'origine du système lié au faisceau coïncide avec celle du système lié au laboratoire.

4.2.4 Angle azimutal

L'angle azimutal ψ est l'angle repérant la rotation de l'axe des x du faisceau effectuée par rapport à l'axe des x' du système lié au laboratoire.

4.2.5 Transformation des coordonnées

La transformation des n coordonnées mesurées du système lié au laboratoire (x' , y' , z') vers le système lié au faisceau (x , y , z) doit être effectuée au moyen des équations suivantes pour les transformations de déplacement linéaire et de rotation (voir figure 1, l'indice M est utilisé pour indiquer les coordonnées dans le plan de mesure):

a) Première étape (calcul de x'_M et y'_M)

$$x'_M = \frac{\sum_i x'_i}{n} \quad (1)$$

$$y'_M = \frac{\sum_i y'_i}{n} \quad (2)$$

où $i = 1$ à n .

b) Seconde étape (déplacement linéaire):

$$\tilde{x} = x' - x'_M \quad (3)$$

$$\tilde{y} = y' - y'_M \quad (4)$$

c) Troisième étape (rotation autour de l'axe des z):

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\psi) & \sin(\psi) \\ -\sin(\psi) & \cos(\psi) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tilde{x} \\ \tilde{y} \end{pmatrix} \quad (5)$$

où

ISO 11670:1999
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77cd3a05-34f6-44fb-b529-295a66c1a07c/iso-11670-1999>

$$\psi = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{2s_{\tilde{x}\tilde{y}}^2}{s_{\tilde{x}}^2 - s_{\tilde{y}}^2} \right) \quad (6)$$

$$s_{\tilde{x}}^2 = \frac{\sum_i (x'_i - x'_M)^2}{n-1} \quad (7)$$

$$s_{\tilde{y}}^2 = \frac{\sum_i (y'_i - y'_M)^2}{n-1} \quad (8)$$

$$s_{\tilde{x}\tilde{y}}^2 = \frac{\sum_i (x'_i - x'_M)(y'_i - y'_M)}{n-1} \quad (9)$$

où $i = 1$ à n .

5 Principes d'essai

5.1 Stabilité de visée du faisceau

La stabilité de visée du faisceau est mesurée directement, ou dans le plan image d'un élément imageur. Le mouvement du centre du faisceau est déterminé grâce à un détecteur de position. La position du centre du faisceau (déterminée par le moment spatial d'ordre 1 de la fonction de distribution de la densité de puissance dans le

système x, y, z) indique la position instantanée de l'axe du faisceau dans le système lié au laboratoire x', y', z' . La stabilité de visée du faisceau peut être calculée à partir de l'écart-type de la variation de la position du centre sur une échelle appropriée à court, moyen ou long terme.

5.2 Stabilité angulaire du faisceau

La stabilité angulaire du faisceau est mesurée dans le plan focal d'un élément de focalisation. Le mouvement du centre du faisceau est déterminé grâce à un détecteur de position. La position du centre du faisceau (comme déterminée par le moment spatial d'ordre 1 de la fonction de distribution de la densité de puissance dans le système x, y, z) indique la position instantanée de l'axe du faisceau dans le système lié au laboratoire x', y', z' . La stabilité angulaire du faisceau peut être calculée à partir de l'écart-type de la variation de la position du centre sur une échelle appropriée à court, moyen ou long terme.

6 Systèmes de mesure, équipements d'essai et dispositifs auxiliaires

6.1 Préparation

Il convient que le faisceau laser et l'axe optique du système de mesure soient coaxiaux. Des dispositifs d'alignement optique appropriés permettent d'atteindre cette coaxialité.

Le champ visuel du système optique doit être tel qu'il accepte toute la section du faisceau laser. La perte par écrêtage ou par diffraction doit contribuer à une augmentation de moins de 1 % des erreurs possibles prévues liées aux mesures finales. Les éléments optiques (séparateur de faisceau, atténuateur, élément imageur, etc.) doivent être montés de sorte que l'axe optique passe par les centres géométriques. Il convient d'éviter tout particulièrement les erreurs systématiques. Les réflexions, les rayonnements ambiants externes et thermiques, les turbulences de l'air ou la divergence thermique sont autant de sources d'erreur potentielles.

Avant de procéder aux mesures, le laser doit chauffer pendant au moins 1 h (sauf indication contraire du fabricant) pour atteindre son équilibre thermique.

Après la préparation initiale, il faut procéder à une évaluation du système afin de déterminer si la totalité du faisceau laser atteint la surface du détecteur. Pour réaliser cet essai, des diaphragmes de diamètres différents peuvent être placés sur le trajet du faisceau devant chaque composant optique. Il convient que l'ouverture optique qui réduit de 5 % le signal de sortie soit de moins de 0,8 fois l'ouverture du composant optique.

6.2 Contrôle de l'environnement

Il convient que le banc optique ou le système de support pour le laser et le système de mesures ait une stabilité optomécanique qui excède d'au moins un ordre de grandeur celle du laser soumis à l'essai. Il est recommandé de prendre les mesures nécessaires pour s'assurer que des influences systématiques ou parasites n'augmentent pas de plus de 10 % les erreurs prévisibles liées aux mesures effectuées. Il convient que ces mesures comprennent l'isolation mécanique et acoustique de l'appareillage d'essai, la stabilisation de la température du laboratoire et du système de refroidissement du laser (suivant spécification du fabricant), la protection contre les parasites optiques et électriques, et l'utilisation d'un équipement électronique à faible bruit.

6.3 Système de détection

Pour la mesure de la stabilité de visée du faisceau, le moment spatial d'ordre 1 de la fonction de distribution de la densité de puissance doit être mesuré conformément à l'ISO 11146. Les dispositions pour les systèmes de détection s'appliquent particulièrement à la présente norme. Si la fonction de distribution de la densité de puissance ne change pas d'une mesure à l'autre, des systèmes de détection plus simples peuvent être utilisés (par exemple des diodes latérales, des détecteurs à quadrants, etc.). La précision de la mesure est directement liée à la résolution spatiale du système de détection et à son rapport signal/bruit.

Les dispositions de la CEI 61040:1990, et plus particulièrement celles des articles 3 et 4, s'appliquent au système de détection de rayonnement. Il faut prendre en compte que seules des mesures relatives sont nécessaires. En outre, il convient de noter les points suivants: