

---

---

**Lasers et équipements associés aux  
lasers — Méthodes d'essai des  
paramètres du faisceau 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 11670:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003>



**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 11670:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003>

© 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	Système de coordonnées et axes du faisceau .....	3
4.1	Distribution des axes du faisceau .....	3
4.2	Systèmes de coordonnées .....	3
5	Principes d'essai .....	5
5.1	Stabilité de visée du faisceau .....	5
5.2	Stabilité angulaire du faisceau .....	6
6	Dispositifs de mesure, matériel d'essai et dispositifs auxiliaires .....	6
6.1	Préparation .....	6
6.2	Contrôle de l'environnement .....	6
6.3	Système de détection .....	6
6.4	Optique de mise en forme du faisceau, atténuateurs optiques, séparateurs de faisceau, éléments de focalisation .....	7
6.5	Étalonnage .....	7
7	Modes opératoires d'essai .....	7
7.1	Généralités .....	7
7.2	Stabilité de visée du faisceau .....	8
7.3	Stabilité angulaire du faisceau .....	8
8	Évaluation .....	8
8.1	Stabilité de visée du faisceau .....	8
8.2	Stabilité angulaire du faisceau .....	9
9	Rapport d'essai .....	11
	Annexe A (informative) Propagation de stabilité de faisceau absolue .....	13
	Annexe B (informative) Découplage des fluctuations à court et à long terme .....	16

## 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 11670 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 11670:1999), dont les Articles 3 et 9 ont fait l'objet d'une révision technique. Les Annexes A et B ont été ajoutées.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003>

## 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, soit stochastiques dans le temps.

Le mouvement d'un faisceau laser peut être distribué de manière aléatoire et son amplitude peut être 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 du système de référence (système lié au laboratoire).

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

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

[ISO 11670:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003>

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

ISO 11670:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003>

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

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes pour la détermination de la stabilité de visée ainsi que de la stabilité angulaire d'un faisceau laser. 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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 11145:2001, *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 laser — Largeurs 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 du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 61040, l'ISO 11145 et l'ISO 11146, ainsi que les 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 aux axes du faisceau  $(x, y, z)$ . Si le rapport de la grandeur dans la direction  $x$  à celle dans la direction  $y$  n'excède pas 1,15:1, la grandeur est considérée comme symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Le symbole  $\alpha$  sans indice est alors utilisé dans ce cas.

### 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 aux axes du faisceau  $(x, y, z)$ . Si le rapport de la grandeur dans la direction  $x$  à celle dans la direction  $y$  n'excède pas 1,15:1, la grandeur est considérée comme symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Le symbole  $\delta\alpha$  sans indice est alors utilisé dans ce cas.

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 aux axes du faisceau  $(x,y,z)$ . Si le rapport de la grandeur dans la direction  $x$  à celle dans la direction  $y$  n'excède pas 1,15:1, la grandeur est considérée comme symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Le symbole  $a$  sans indice est alors utilisé dans ce cas.

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

3.5

**mouvement de visée du faisceau**

mouvement de visée du centre du faisceau laser dans le plan  $z'$

NOTE Le mouvement de visée dans le plan  $z'$  résulte de la superposition du déplacement transversal et/ou du mouvement angulaire du faisceau laser.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

3.6

**stabilité de visée du faisceau**

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

quatre fois l'écart-type du mouvement de visée du faisceau mesuré dans le plan  $z'$

ISO 11670:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003>

NOTE Ces grandeurs sont définies dans le système lié aux axes du faisceau  $(x,y,z)$ . Si le rapport de la grandeur dans la direction  $x$  à celle dans la direction  $y$  n'excède pas 1,15:1, la grandeur est considérée comme symétrique par rotation et un seul nombre peut être donné. Le symbole  $\Delta(z')$  sans indice est alors utilisé dans ce cas.

3.7

**stabilité angulaire relative du faisceau**

$\delta\alpha_{rel,x}, \delta\alpha_{rel,y}, \delta\alpha_{rel}$

stabilité angulaire du faisceau, divisée par l'angle de divergence

NOTE Pour les faisceaux elliptiques, il est recommandé d'utiliser un angle de divergence effectif  $\theta_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2} (\theta_x^2 + \theta_y^2)}$ , puisqu'en général les axes principaux de stabilité de visée du faisceau ne coïncideront pas avec les axes principaux de propagation du faisceau laser.

3.8

**stabilité de visée relative du faisceau**

$\Delta_{rel,x}(z'), \Delta_{rel,y}(z'), \Delta_{rel}(z')$

stabilité de visée du faisceau dans le plan  $z'$ , divisée par le diamètre du faisceau dans le plan  $z'$

NOTE Pour les faisceaux elliptiques, il est recommandé d'utiliser un diamètre du faisceau effectif  $d_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2} (d_x^2 + d_y^2)}$ , puisqu'en général les axes principaux de stabilité de visée du faisceau ne coïncideront pas avec les axes principaux de propagation du faisceau laser.

**3.9****produit de paramètre de stabilité du faisceau** $S_x, S_y, S$ 

produit de la stabilité minimale de visée du faisceau le long de la propagation et de la stabilité angulaire du faisceau

NOTE De la même manière que pour le diamètre du faisceau, la stabilité de visée du faisceau, telle que définie en 3.6, suit une loi de propagation hyperbolique. Ainsi, la propagation de la stabilité de faisceau absolue peut être totalement caractérisée par trois paramètres: la position  $z_0$  de la valeur minimale de la stabilité de visée du faisceau, la valeur minimale de la stabilité de visée du faisceau,  $\Delta_0$ , et la stabilité angulaire du faisceau  $\alpha$ . La position  $z_0$  de la valeur minimale de la stabilité de visée du faisceau ne coïncide pas en général avec la position du col du faisceau laser. Voir l'Annexe A pour plus de détails.

**3.10****changement de visée du faisceau au démarrage à froid**

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

**3.11****stabilité à court terme**

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

**3.12****stabilité à moyen terme**

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

**3.13****stabilité à long terme**

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

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
ISO 11670:2003  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09d0ec85-3fe9-47b9-b984-0b4086b6d816/iso-11670-2003>

**4 Système de coordonnées et axes 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.

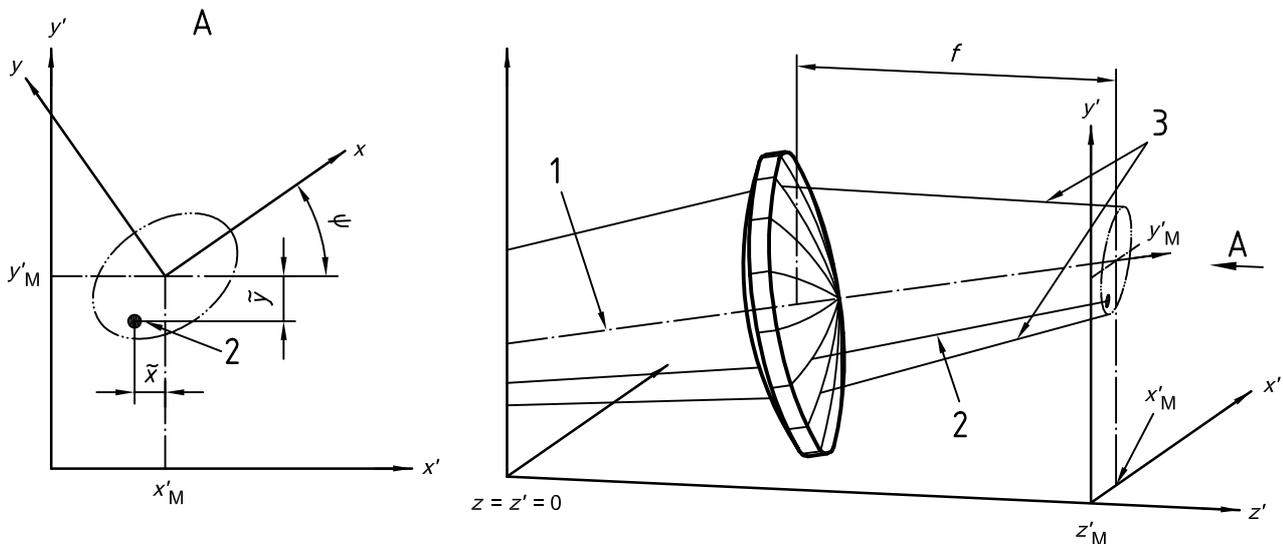
Le mouvement de l'axe du faisceau peut être décrit au moyen de l'écart-type de cette distribution des axes du faisceau. Cet écart-type peut varier dans des directions différentes. Ceci signifie que l'amplitude du mouvement du faisceau peut être plus grande dans une direction dominante que dans une autre, 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.

**4.2.2 Système de référence (système lié au laboratoire)**

Les axes des  $x'$ ,  $y'$  et  $z'$  définissent les directions spatiales orthogonales dans le système de référence. 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 (déviation de moins de  $10^\circ$ ) le long de l'axe des  $z'$ .



**Légende**

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

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

(standards.iteh.ai)

**4.2.3 Système lié aux axes du faisceau**

Un second système de coordonnées orthogonales, le système lié aux axes du 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 aux axes du faisceau coïncide avec l'origine du système de référence.

**4.2.4 Angle azimutal**

L'angle azimutal,  $\psi$ , est l'angle repérant la rotation de l'axe des  $x$  du faisceau effectuée par rapport à l'axe des  $x'$  du système de référence.

**4.2.5 Transformation des coordonnées**

La transformation des  $n$  coordonnées mesurées du système de référence  $(x', y', z')$  vers le système lié aux axes du faisceau  $(x, y, z)$  doit être effectuée au moyen des équations suivantes pour les transformations de translation et de rotation (voir la Figure 1, dans laquelle 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) Deuxième étape (translation):

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

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

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

$$\psi = \frac{1}{2} \arctan \left( \frac{2\tilde{s}_{xy}^2}{\tilde{s}_x^2 - \tilde{s}_y^2} \right) \quad (6)$$

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

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

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

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 de référence  $(x', y', z')$ . La stabilité de visée du faisceau peut être calculée à partir de l'écart-type de la variation de la position du centre sur l'échelle appropriée à court, moyen ou long terme.