
**Optique et photonique — Lasers et
équipement associé aux lasers —
Méthodes d'essai des caractéristiques
spectrales des lasers**

*Optics and photonics — Lasers and laser-related equipment — Test
methods for the spectral characteristics of lasers*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13695:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004>



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 13695:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004>

© ISO 2004

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
Web www.iso.org

Version française parue en 2005

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles (et abréviations)	9
5 Traçabilité	10
6 Mesurage de longueur d'onde et de bandes spectrales	10
6.1 Généralités	10
6.2 Types de mesurages	11
6.3 Choix de l'équipement	12
6.4 Mesurages dans l'air	12
6.5 Mesurages à faible résolution	14
6.6 Mesurage à plus haute résolution	15
7 Mesurage de la stabilité en longueur d'onde	19
7.1 Dépendance de la longueur d'onde aux conditions de fonctionnement	19
7.2 Stabilité en longueur d'onde d'un laser monofréquence	19
8 Rapport d'essai	19
Annexe A (informative) Indice de réfraction de l'air	22
Annexe B (informative) Critères pour le choix d'un monochromateur à réseau et ses accessoires — Étalonnage	23
Annexe C (informative) Critères pour le choix d'un interféromètre de Fabry-Pérot	26
Bibliographie	27

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 13695 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 13695:2004
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004>

Introduction

Les caractéristiques spectrales d'un laser, telles que sa longueur d'onde au sommet de l'émission ou sa largeur de raie spectrale, sont importantes pour les applications potentielles. A titre d'exemples, citons les exigences d'applications spécifiques dans les domaines de l'interférométrie et de la lithographie. Le présent document donne des définitions de paramètres clés décrivant les caractéristiques spectrales d'un laser et fournit des lignes directrices concernant la réalisation de mesurages destinés à déterminer lesdits paramètres pour les types de lasers communs.

Le degré d'incertitude acceptable dans le mesurage de la longueur d'onde varie en fonction de l'application envisagée. Pour cette raison, le choix de l'équipement, le mesurage et les procédures d'évaluation sont indiqués, dans leurs grandes lignes, pour trois classes d'exactitude. Afin de normaliser les rapports de consignation des résultats de mesurage des caractéristiques spectrales, un exemple de rapport est également prévu.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 13695:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13695:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004>

Optique et photonique — Lasers et équipement associé aux lasers — Méthodes d'essai des caractéristiques spectrales des lasers

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes qui permettent de mesurer les caractéristiques spectrales, telles que la longueur d'onde, la largeur spectrale, la distribution spectrale et la stabilité en longueur d'onde d'un laser. La présente Norme internationale s'applique aux faisceaux laser continu et impulsif. La dépendance des caractéristiques spectrales d'un laser vis-à-vis de ses conditions de fonctionnement peut être également importante.

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, *Optique et instruments d'optique — Lasers et équipements associés aux lasers — Vocabulaire et symboles* [ISO 13695:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-136952004)

ISO 12005, *Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai des paramètres des faisceaux laser — Polarisation*

CEI 60747-5-1, *Dispositifs discrets à semi-conducteurs et circuits intégrés — Partie 5-1: Dispositifs optoélectroniques — Généralités*

Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM). BIPM¹⁾, CEI, FICC²⁾, ISO, OIML³⁾, UICPA⁴⁾, UIPPA⁵⁾, 1995

Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM). BIPM, CEI, FICC, ISO, OIML, UICPA, UIPPA; Genève, ISO, 1993

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions données dans le VIM, de l'ISO 11145 et de la CEI 60747-5-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

- 1) Bureau International des Poids et Mesures
- 2) Fédération Internationale de Chimie Clinique
- 3) Organisation Internationale de Métrologie Légale
- 4) Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée
- 5) Union Internationale de Physique Pure et Appliquée

3.1 longueur d'onde dans le vide

λ_0
longueur d'onde d'une onde électromagnétique infinie, plane et se propageant dans le vide

NOTE Pour une onde de fréquence f , la longueur d'onde dans le vide est donnée par l'équation $\lambda_0 = c/f$, où $c = 299\,792\,458$ m/s.

3.2 longueur d'onde dans l'air

λ_{air}
longueur d'onde d'un rayonnement se propageant dans l'air et rapportée à la longueur d'onde dans le vide par la relation:

$$\lambda_{\text{air}} = \lambda_0 / n_{\text{air}}$$

où n_{air} représente l'indice de réfraction de l'air ambiant (voir 6.4)

NOTE Les propriétés spécifiques de l'air ambiant, telles que l'humidité, la pression, la température et la composition de l'air, ont toutes une influence sur n_{air} . Pour cette raison, il est préférable d'indiquer dans le rapport la longueur d'onde dans le vide ou la longueur d'onde dans l'air aux conditions normales. Ces longueurs d'onde peuvent être calculées à partir de λ_{air} et n_{air} en utilisant la formule donnée en 6.4.

3.3 longueur d'onde dans l'air sec et dans des conditions normales

λ_{nor}
longueur d'onde d'un rayonnement se propageant dans l'air sec (0 % d'humidité), dans des conditions normales et rapportée à la longueur d'onde dans le vide λ_0 par la relation

$$\lambda_{\text{nor}} = \lambda_0 / n_{\text{nor}}$$

où n_{nor} représente l'indice de réfraction de l'air dans des conditions normales (voir 6.4)

NOTE Pour les besoins de la présente Norme internationale, les conditions normales de l'air correspondent à la définition donnée en 6.4. Il convient de noter que les articles rédigés en la matière font référence à diverses autres «conditions normales». Il est donc nécessaire de préciser les conditions atmosphériques dans le rapport d'essai.

3.4 distribution spectrale de puissance (énergie) rayonnante

$P_\lambda(\lambda)$, $[Q_\lambda(\lambda)]$
rapport de la puissance rayonnante $dP(\lambda)$ [ou de l'énergie $dQ(\lambda)$, dans le cas de laser impulsif], transmise par le faisceau laser dans le domaine élémentaire de la longueur d'onde $d\lambda$, à ce domaine

$$P_\lambda(\lambda) = \frac{dP(\lambda)}{d\lambda} \quad \left[Q_\lambda(\lambda) = \frac{dQ(\lambda)}{d\lambda} \right]$$

NOTE La puissance (énergie) rayonnante émise par le faisceau laser, quelle que soit la largeur spectrale λ_{basse} à λ_{haute} , est donc donnée par l'intégrale.

$$P = \int_{\lambda_{\text{basse}}}^{\lambda_{\text{haute}}} P_\lambda(\lambda) \, d\lambda \quad \left[Q = \int_{\lambda_{\text{basse}}}^{\lambda_{\text{haute}}} Q_\lambda(\lambda) \, d\lambda \right]$$

3.5 longueur d'onde de crête de l'émission

λ_p
longueur d'onde à laquelle la distribution spectrale de puissance (énergie) rayonnante atteint sa valeur maximale

Voir Figure 1.

3.6

barycentre de la longueur d'onde (moment de premier ordre)

λ_g

longueur d'onde représentant le centre de gravité de la distribution spectrale de puissance (énergie) rayonnante, telle que définie par

$$\lambda_g = \frac{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \lambda S(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} S(\lambda) d\lambda}$$

où $S(h)$ est la puissance rayonnante spectrale $P_\lambda(\lambda)$, dans le cas d'un laser continu, ou la distribution spectrale d'énergie rayonnante $Q_\lambda(\lambda)$, dans le cas d'un laser impulsionnel

Voir Figure 1.

NOTE Pour le choix des limites d'intégration λ_{\min} et λ_{\max} , voir 6.2.2.

3.7

longueur d'onde centrale

$\bar{\lambda}$

moyenne pondérée des longueurs d'onde des raies ou modes spectraux:

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=i_{\min}}^{i=i_{\max}} I_i \lambda_i}{\sum_{i=i_{\min}}^{i=i_{\max}} I_i}$$

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 13695:2004
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004>

où

λ_i est la longueur d'onde de la $i^{\text{ème}}$ raie spectrale ou du $i^{\text{ème}}$ mode;

I_i est la puissance rayonnante relative de la $i^{\text{ème}}$ raie spectrale ou du $i^{\text{ème}}$ mode;

i_{\min} , i_{\max} représentent les valeurs extrêmes des raies ou modes spectraux en dessous et au-dessus de λ_p .

NOTE 1 Généralement, les limites de sommation sont choisies de sorte que la puissance rayonnante relative des raies ou modes spectraux hors limites demeure inférieure à 1 % de la puissance rayonnante relative de la raie ou du mode dont l'intensité est la plus élevée, située à λ_p .

NOTE 2 Cette définition est particulièrement utile dans le cas de laser multimode.

3.8

longueur d'onde moyenne

λ_{moy}

rapport de la vitesse de la lumière c à la fréquence d'émission optique moyenne f_{moy}

$$\lambda_{\text{moy}} = c/f_{\text{moy}}$$

NOTE La fréquence d'émission optique moyenne f_{moy} peut être directement mesurée, par exemple par la méthode de mesure hétérodyne (voir 6.6.5).

3.9
largeur spectrale quadratique moyenne de rayonnement (moment de second ordre)

$\Delta\lambda$
 moment de second ordre de la distribution spectrale de puissance (énergie) rayonnante, tel que défini par

$$\Delta\lambda = \sqrt{\frac{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} (\lambda - \lambda_g)^2 S(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} S(\lambda) d\lambda}}$$

où $S(\lambda)$ est la puissance rayonnante spectrale $P_\lambda(\lambda)$, dans le cas d'un laser continu, ou la distribution spectrale d'énergie rayonnante $Q_\lambda(\lambda)$, dans le cas d'un laser impulsionnel

Voir Figure 1.

NOTE Pour le choix des limites d'intégration λ_{\min} et λ_{\max} voir 6.2.2.

3.10
largeur spectrale quadratique moyenne

$\Delta\lambda_{\text{rms}}$
 largeur de bande quadratique moyenne, définie par

$$\Delta\lambda_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=i_{\min}}^{i=i_{\max}} I_i (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{\sum_{i=i_{\min}}^{i=i_{\max}} I_i}}$$

ITeH STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)

ISO 13695:2004
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c406a7fb-9553-4acc-937a-b9e03d933c2e/iso-13695-2004>

- où
- λ_i est la longueur d'onde de la $i^{\text{ème}}$ raie spectrale ou du $i^{\text{ème}}$ mode;
 - I_i est la puissance rayonnante relative de la $i^{\text{ème}}$ raie spectrale ou du $i^{\text{ème}}$ mode;
 - $\bar{\lambda}$ est la longueur d'onde centrale;
 - i_{\min}, i_{\max} représentent les valeurs extrêmes des raies ou modes spectraux en dessous et au-dessus de λ_p .

Voir Figure 1.

NOTE 1 Généralement, les limites de sommation sont choisies de sorte que la puissance rayonnante relative des raies ou modes spectraux hors limites demeure inférieure à 1 % de la puissance rayonnante relative de la raie ou du mode dont l'intensité est la plus élevée, à λ_p .

NOTE 2 Cette définition est particulièrement utile dans le cas de laser multimode.

3.11
largeur spectrale FWHM

$\Delta\lambda_H$
 différence maximale entre les longueurs d'onde pour lesquelles la distribution spectrale de puissance (énergie) rayonnante atteint la moitié de sa valeur crête

Voir Figure 1.

NOTE Définition adaptée de l'ISO 11145.

3.12 largeur de raie spectrale FWHM

 $\Delta\lambda_L$

différence maximale entre ces mêmes longueurs d'onde situées dans les limites de $\delta\lambda$ pour lesquelles la distribution spectrale de puissance (énergie) rayonnante atteint la moitié de sa valeur crête dans les limites de $\delta\lambda$

Voir Figure 1.

cf. **largeur spectrale** (3.11), $\Delta\lambda_H$

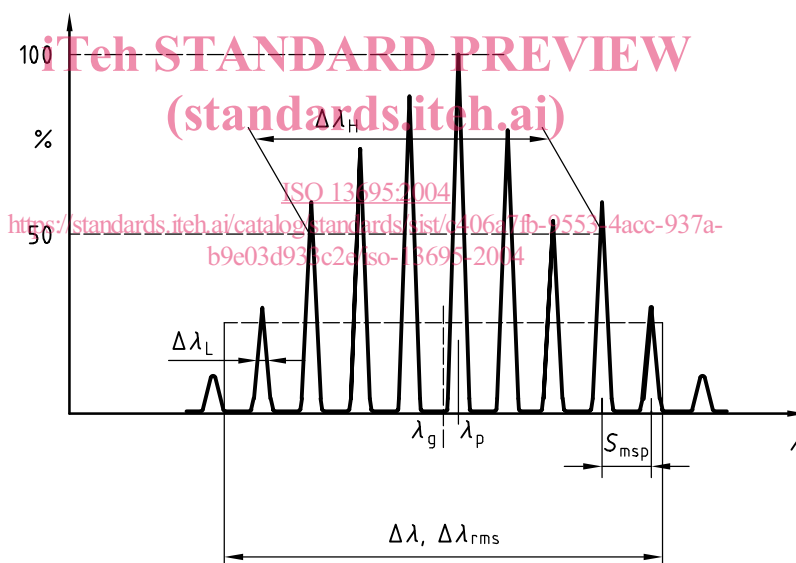
NOTE Une largeur de raie spectrale est identique à une **largeur spectrale** (3.11), mais est définie pour un mode simple (longitudinal) ou autrement pour un élément spectral clairement identifiable et déclaré dans les limites d'un intervalle $\delta\lambda$.

3.13 intervalle entre modes

 $F_{msp} [S_{msp}]$

séparation entre deux modes longitudinaux voisins, exprimée en fréquence (F_{msp}) ou en longueur d'onde (S_{msp})

Voir Figure 1.



Légende

λ longueur d'onde

Figure 1 — Caractéristiques spectrales des lasers — Schéma illustrant les paramètres définis

3.14 nombre de modes longitudinaux

 N_m

nombre de modes longitudinaux dans les limites d'une largeur de bande spécifiée, correspondant généralement à la largeur spectrale quadratique moyenne de rayonnement $\Delta\lambda_{rms}$

3.15
rapport de suppression de mode latéral

SMS

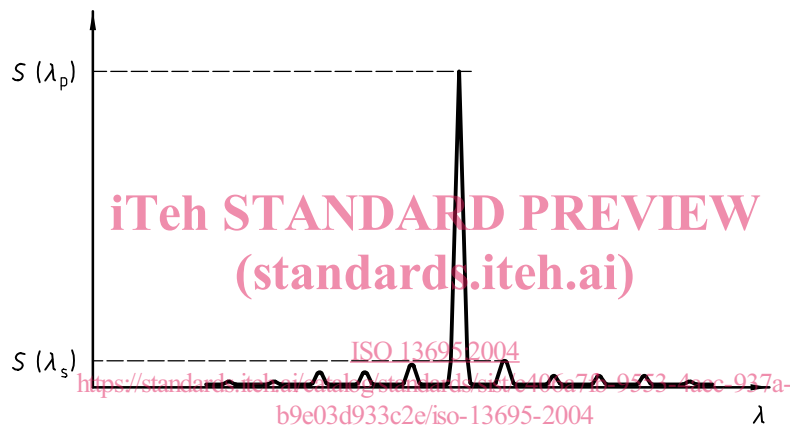
rapport de la puissance rayonnante relative du mode dont l'intensité est la plus élevée I_p , à λ_p , à la puissance rayonnante relative du deuxième mode le plus intense, I_s , situé à λ_s :

$$SMS = 10 \log \left(\frac{I_p}{I_s} \right)$$

Voir Figure 2.

NOTE Dans la pratique, le rapport *SMS* peut être supposé égal au rapport des valeurs aux sommets de la distribution spectrale pour le mode le plus intense et le deuxième mode le plus intense:

$$SMS = 10 \log \left(\frac{S(\lambda_p)}{S(\lambda_s)} \right)$$



Légende

λ longueur d'onde

Figure 2 — Rapport de suppression de mode latéral

3.16
fréquence de répétition des impulsions

f_p

nombre d'impulsions laser par seconde dans un laser à impulsions répétitives

3.17
variation de la longueur d'onde en fonction de la température

$\delta\lambda_T$

décalage spectral suite à une variation de la température T dans le laser

$$\delta\lambda_T = \frac{d\lambda}{dT}$$

3.18
variation de la longueur d'onde en fonction du courant

$\delta\lambda_c$

décalage spectral suite à une variation du courant laser I

$$\delta\lambda_c = \frac{d\lambda}{dI}$$