
**Lasers et équipements associés
aux lasers — Détermination du seuil
d'endommagement provoqué par laser
sur les surfaces optiques —**

Partie 1:

Essai 1 sur 1

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.itih.ai)

*Lasers and laser-related equipment — Determination of laser-induced
damage threshold of optical surfaces —*

Part 1: 1-on-1 test

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000>



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 11254-1:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000>

© ISO 2000

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 22 734 10 79
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et unités	4
5 Échantillonnage	4
6 Méthode d'essai	4
6.1 Principe	4
6.2 Appareillage	5
6.3 Préparation des échantillons pour essai	9
6.4 Mode opératoire	9
7 Évaluation	9
8 Exactitude	10
9 Rapport d'essai	11
Annexe A (informative) Modèle de rapport d'essai	13
Annexe B (informative) Exemple de procédure de mesure	16
Annexe C (informative) Unités et échelles de seuil d'endommagement causé par laser	22
Bibliographie	23

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 11254 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.

La Norme internationale ISO 11254-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

L'ISO 11254 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Lasers et équipements associés aux lasers — Détermination du seuil d'endommagement provoqué par laser sur les surfaces optiques*:

- *Partie 1: Essai 1 sur 1* [ISO 11254-1:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000)
- *Partie 2: Essai S sur 1* <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000>

Les annexes A, B et C de la présente partie de l'ISO 11254 sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

Les rayonnements laser d'énergie ou de puissance relativement élevée peuvent endommager les composants optiques. A un certain niveau d'exposition au rayonnement laser, la probabilité d'endommagement est habituellement plus élevée pour la surface que pour la masse des pièces. Le seuil d'endommagement d'une pièce d'optique est donc habituellement assimilé à celui de sa surface.

La présente partie de l'ISO 11254 décrit un mode opératoire normalisé de détermination du seuil d'endommagement causé par un laser sur des surfaces optiques traitées ou non traitées. Le but recherché est de mettre au point une méthode permettant d'obtenir des résultats cohérents comparables rapidement et avec précision, avec ceux d'autres laboratoires d'essai. Pour faciliter la comparaison des seuils d'endommagement, des groupes de lasers sont définis dans cette partie de l'ISO 11254.

La présente partie de l'ISO 11254 s'applique uniquement aux essais d'irradiation simple (essais 1 sur 1). Pour les essais d'irradiations multiples (essais S sur 1), se référer à l'ISO 11254-2.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11254-1:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11254-1:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ea291-c28d-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000>

Lasers et équipements associés aux lasers — Détermination du seuil d'endommagement provoqué par laser sur les surfaces optiques —

Partie 1: Essai 1 sur 1

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11254 spécifie une méthode d'essai de détermination du seuil d'endommagement causé sur les surfaces optiques par un rayonnement laser simple.

Cette procédure d'essai s'applique à toutes les différentes combinaisons de longueur d'onde et de durée d'impulsion de laser. Toutefois, la comparaison des données du seuil d'endommagement peut être erronée, à moins que les mesures aient été effectuées avec une même longueur d'onde, une même durée d'impulsion et un même diamètre de faisceau.

La présente partie de l'ISO 11254 est provisoirement limitée aux dommages irréversibles des surfaces optiques.

NOTE Des exemples pour les unités et échelles de seuil d'endommagement causé par laser sont donnés en annexe C.

AVERTISSEMENT — L'extrapolation des données d'endommagement peut conduire à des résultats de calcul erronés et à une surestimation du seuil d'endommagement. Dans le cas des matériaux toxiques (par exemple: ZnSe, GaAs, CdTe, ThF₄, chalcogénides, Be, Cr, Ni), cela peut conduire à de sérieux risques pour la santé. Voir en annexe C pour des commentaires supplémentaires.

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 partie de l'ISO 11254. 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 partie de l'ISO 11254 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 l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 10110-7 :1996, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 7: Tolérances d'imperfection de surface.*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 11254, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11145 ainsi que les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

endommagement de surface

toute modification permanente des caractéristiques de surface d'un échantillon provoquée par un rayonnement laser quelconque et observable par une technique décrite dans cette partie de l'ISO 11254

3.2

essai 1 sur 1

programme d'essai qui utilise une irradiation simple sur chaque emplacement de la surface de l'échantillon

3.3

seuil

plus grande valeur de quantité de rayonnement laser incident sur une surface optique, pour laquelle la probabilité extrapolée d'endommagement est nulle

NOTE La quantité de rayonnement laser peut être exprimée en densité d'énergie H_{max} ou de densité de puissance E_{max} (voir annexe C).

3.4

plan cible

plan tangentiel à la surface de l'échantillon, au point d'intersection de l'axe du faisceau laser avec la surface de l'échantillon

3.5

surface effective

$A_{T,eff}$

rapport de de la puissance [l'énergie des impulsions] à la densité de puissance [d'énergie] maximale

NOTE 1 Pour un profil spatial de faisceau perpendiculaire à la direction de propagation du faisceau et pour les angles d'incidence différents de 0 radian, le cosinus de l'angle d'incidence doit être inclus dans le calcul de la surface effective. Dans ce cas, la surface effective est donnée par la formule suivante:

$$A_{T,eff} = \frac{Q}{H_{max} \cos(\alpha)} \quad (1)$$

$$A_{T,eff} = \frac{P}{E_{max} \cos(\alpha)} \quad (2)$$

NOTE 2 Dans le cas spécial des profils de faisceau aplati rectangulaire avec un rayon d_{100} , la surface effective est donnée par:

$$A_{T,eff} = \frac{Q}{H_{max}} = \frac{H_{max} \pi d_{100}^2}{4 H_{max}} = \frac{1}{4} \pi d_{100}^2 \quad (3)$$

Pour un faisceau gaussien focalisé (faisceau circulaire) avec un rayon $d_{86,5}$, la surface effective est donnée par:

$$A_{T,eff} = \frac{Q}{H_{max}} = \frac{H_{max} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-8 \frac{x^2+y^2}{d_{86,5}^2}} dx dy}{H_{max}} = 2\pi \int_0^{\infty} e^{-\frac{8r^2}{d_{86,5}^2}} r dr = \frac{1}{8} \pi d_{86,5}^2 \quad (4)$$

Avec la définition du second moment de la fonction de distribution de la densité d'énergie $H(x, y, z)$ situé en z :

$$\sigma^2(z) = \frac{\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} r^2 H(r, \varphi) r \, dr \, d\varphi}{\int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} H(r, \varphi) r \, dr \, d\varphi} \quad (5)$$

et la définition du rayon de faisceau d_σ comme fonction du second moment

$$d_\sigma(z) = 2\sqrt{2}\sigma(z) \quad (6)$$

la surface effective peut être exprimée sous la forme suivante:

a) faisceau rectangulaire $A_{T,\text{eff}} = \frac{1}{4}\pi d_{100}^2 = \frac{1}{4}\pi d_\sigma^2 = 2\pi\sigma^2; \quad d_{100} = d_\sigma \quad (7)$

b) faisceau gaussien $A_{T,\text{eff}} = \frac{1}{8}\pi d_{86,5}^2 = \frac{1}{8}\pi d_\sigma^2 = 2\pi\sigma^2; \quad d_{86,5} = d_\sigma \quad (8)$

3.6

diamètre effectif du faisceau

$d_{T,\text{eff}}$

deux fois la racine carrée de la surface effective divisée par le facteur pi

$$d_{T,\text{eff}} = 2\sqrt{\frac{A_{T,\text{eff}}}{\pi}} \quad (9)$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.7

durée effective d'impulsion

rapport de l'énergie totale des impulsions à la puissance maximale des impulsions

ISO 11254-1:2000
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/510ca291-c2bd-4020-b56c-f6f53f25a3ee/iso-11254-1-2000>

4 Symboles et unités

Tableau 1 — Symboles et unités de mesure

Symbole	Unité	Terme
λ	nm	longueur d'onde
α	rad	angle d'incidence
p		degré de polarisation
d_T	mm	diamètre du faisceau dans le plan cible
$d_{T,eff}$	mm	diamètre effectif du faisceau dans le plan cible
$A_{T,eff}$	cm ²	surface effective dans le plan cible
t_H	ns, μ s, s	durée d'impulsion
t_{eff}	ns, μ s, s	durée effective d'impulsion (voir 6.2.6.2)
Q	J	énergie des impulsions
P_{pk}	W	puissance de crête d'impulsion
P	W	puissance
H_{max}	J/cm ²	densité d'énergie maximale
E_{max}	W/cm ²	densité de puissance maximale
H_{th}	J/cm ²	seuil de densité d'énergie
E_{th}	W/cm ²	seuil de densité de puissance
F_{th}	W/cm	seuil de densité de puissance linéaire
N_{Ts}		nombre total d'emplacements pour l'essai

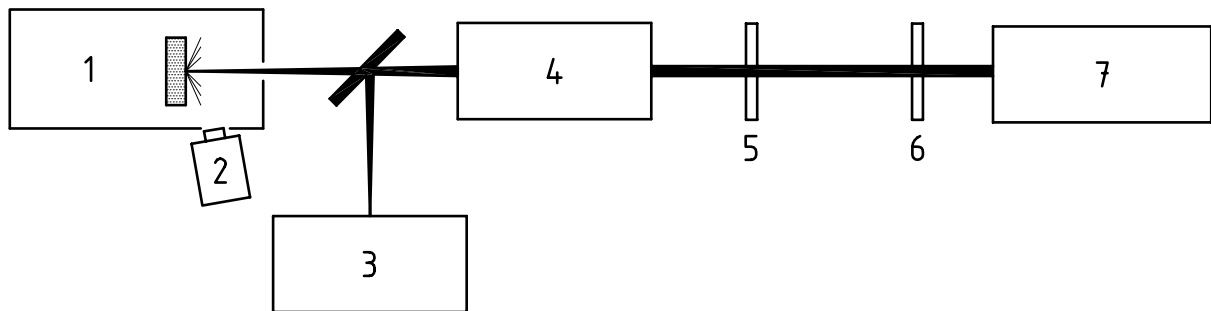
5 Échantillonnage

On peut effectuer les essais soit sur un composant fonctionnel, soit sur un échantillon témoin. Dans ce dernier cas, le matériau du substrat et le fini de surface de l'échantillon doivent être les mêmes que ceux du composant et le traitement optique de l'échantillon doit être effectué par la même opération que celui du composant. Le numéro de l'opération de traitement et la date correspondante doivent être marqués sur le composant soumis à l'essai.

6 Méthode d'essai

6.1 Principe

Le principe de base d'un essai d'endommagement au laser est illustré à la Figure 1. L'émission d'un laser stable bien caractérisé est réglée sur la valeur souhaitée d'énergie ou de puissance à l'aide d'un atténuateur variable, puis dirigée sur un échantillon placé au foyer ou à proximité du foyer d'un système de focalisation. Le système de focalisation permet d'engendrer des densités d'énergie ou des densités de puissance de nature destructive au niveau de l'échantillon d'essai.



Légende

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|----------------------|
| 1 | Compartiment de l'échantillon | 5 | Lame d'onde |
| 2 | Détecteur d'endommagement en ligne | 6 | Atténuateur variable |
| 3 | Diagnostic du faisceau | 7 | Système laser |
| 4 | Système de focalisation | | |

Figure 1 — Schéma de principe d'une installation d'essai des dommages laser

L'échantillon est monté dans un manipulateur servant à positionner les différents sites d'essai dans le faisceau et à régler l'angle d'incidence. L'état de polarisation est réglé à l'aide d'une plaque d'onde appropriée. Une partie du faisceau laser incident est dérivée vers une unité diagnostic. Cet appareil permet de déterminer simultanément l'énergie totale des impulsions et le profil spatio-temporel.

L'examen au microscope du site d'essai avant et après irradiation sert à déterminer les dommages.

L'échantillon est placé dans le faisceau de façon à obtenir différents sites d'essai ne se recouvrant pas, et soumis à des valeurs différentes de densité d'énergie ou de densité de puissance. Les données correspondantes permettent de déterminer le seuil d'endommagement.

Ce mode opératoire est applicable pour les essais de tous les types de systèmes laser indépendamment de la durée d'impulsion et de la longueur d'onde. Les durées d'impulsion largement utilisées dans les applications industrielles et scientifiques sont résumées et regroupées dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Groupes de lasers

Groupe	Description	Durée d'impulsion
1	Impulsions très courtes	1 ns à 3 ns
2	Impulsions courtes	10 ns à 30 ns
3	Impulsions moyennes	1 μ s à 3 μ s
4	Impulsions longues	200 μ s à 1 000 μ s
5		Durée d'impulsion à déterminer
6	Émission continue	1 s

NOTE Les seuils d'endommagement des lasers pulsés (groupes 1 à 4) sont généralement exprimés en unités de densité d'énergie (J/cm^2). La durée d'impulsion du laser d'essai doit être indiquée dans le rapport d'essai. Les seuils d'endommagement des lasers continus (groupe 6) sont généralement exprimés en unités de densité de puissance linéaire (W/cm). La densité de puissance se réfère à la puissance moyenne durant le temps d'irradiation. Des exemples pour les unités de seuil d'endommagement causé par laser sont donnés en annexe C.

6.2 Appareillage

Plusieurs ensembles peuvent être distingués dans l'appareillage d'essai.

6.2.1 Laser, délivrant des impulsions avec un profil spatial reproductible quasi gaussien ou aplati est requis.

Le profil temporel des impulsions est enregistré pendant la mesure. Pour les différents groupes de laser, les variations maximales admissibles des paramètres des impulsions sont résumés dans le Tableau 3. Comme spécification minimale d'un système laser du groupe 5, la variation coup par coup de la densité de puissance maximale doit être inférieure à $\pm 20\%$. Les critères de stabilité pour les paramètres du faisceau doivent être déterminés et inscrits dans un bilan d'erreur.

Tableau 3 — Variation maximale (en pourcentage) des paramètres du laser et variation correspondante de densité de puissance pulsée maximale E_{max}

Groupe	Énergie d'impulsion Q	Puissance moyenne P_{av}	Durée d'impulsion τ_H	Surface effective $A_{T,eff}$	Densité de puissance E_{max}
1	± 5	—	± 10	± 10	± 15
2	± 5	—	± 5	± 6	± 10
3	± 5	—	± 5	± 6	± 10
4	± 5	—	± 5	± 6	± 10
6	—	± 5	—	± 6	± 20

6.2.2 Atténuateur variable et système d'apport du faisceau

L'émission laser doit être atténuée au niveau requis au moyen d'un atténuateur extérieur variable qui est sans altération dans la transmission et les propriétés d'imagerie.

Le système d'apport du faisceau et l'atténuateur ne doivent pas affecter les propriétés du faisceau laser de façon incohérente avec les tolérances données en 6.2.1. En particulier, l'état de polarisation du faisceau laser ne doit pas être altéré par le système d'apport du faisceau.

6.2.3 Système de focalisation

Le montage du système de focalisation devrait être adapté aux exigences spéciales du système laser et au profil du faisceau souhaité dans le plan cible. Le montage spécifique et les paramètres du système de focalisation doivent être indiqués dans le rapport d'essai. Les spécifications de la surface effective et la densité d'énergie doivent être rapportées à la position de la surface d'essai.

Pour les faisceaux gaussiens, il est recommandé de sélectionner une ouverture du système de focalisation qui ne soit pas inférieure à 6 fois le diamètre du faisceau à l'entrée du système de focalisation. Une ouverture f effective minimale de 50 et un rayon de faisceau de 0,4 mm dans le plan cible sont recommandés. Il est recommandé que le plan cible soit situé au col du faisceau, ou à proximité, formé par le système de focalisation. Pour les groupes 3 à 6, le rayon du faisceau peut être réduit en fonction de la densité de puissance nécessaire, mais pas à moins de 0,2 mm. Dans ce cas, l'ouverture f effective peut être inférieure à 50.

Pour les faisceaux aplatis, il est recommandé de positionner la surface d'essai dans le plan image du système de focalisation avec une distance focale supérieure à 0,2 m, qui forme une image d'une ouverture adéquate dans le trajet optique.

Des effets de cohérence dans les échantillons ayant des surfaces parallèles peuvent apparaître et affecter les mesures. Ces effets doivent être éliminés par des techniques appropriées telles que calage ou balancement de l'échantillon. L'application d'un faisceau hautement convergent est aussi une méthode pratique pour éliminer les effets de cohérence dans l'échantillon.