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

Partie 3:

**Vérification de la capacité à supporter la
puissance (l'énergie) laser**

*Lasers and laser-related equipment — Determination of laser-induced
damage threshold of optical surfaces —
Part 3 Assurance of laser power (energy) handling capabilities*



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 11254-3:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-334f-4379-9bec-a1b810b0d530/iso-11254-3-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-334f-4379-9bec-a1b810b0d530/iso-11254-3-2006>

© ISO 2006

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

Publié 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 de mesure	3
5 Échantillonnage	3
6 Méthode d'essai	4
6.1 Principe	4
6.2 Appareillage	4
6.3 Préparation des échantillons d'essai	6
6.4 Modes opératoires d'essai	6
7 Exactitude	9
8 Rapport d'essai	9
Annexe A (informative) Exemple de rapport d'essai	12
Annexe B (informative) Notes d'utilisation	16
Annexe C (informative) Détails de la dérivation de la courbe de caractéristiques de fonctionnement	19
Bibliographie	22

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 11254-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, 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* <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-334f-4379-9bec-a1b810b0d530/iso-11254-3-2006>
- *Partie 2: Essai S sur 1*
- *Partie 3: Vérification de la capacité à supporter la puissance (l'énergie) laser*

Introduction

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

Le présent document fournit un mode opératoire d'essai permettant d'obtenir des résultats de mesure cohérents, exploitables pour les essais de réception ou comparables à ceux d'autres laboratoires d'essai.

Ce mode opératoire d'essai s'applique à toutes les combinaisons de longueur d'onde et de durées d'impulsion. La comparaison des seuils d'endommagement provoqué par laser peut être trompeuse sauf si les mesurages ont été effectués sur des longueurs d'onde et des durées d'impulsion identiques.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11254-3:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-334f-4379-9bec-a1b810b0d530/iso-11254-3-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-334f-4379-9bec-a1b810b0d530/iso-11254-3-2006>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11254-3:2006](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-334f-4379-9bec-a1b810b0d530/iso-11254-3-2006>

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

Partie 3: Vérification de la capacité à supporter la puissance (l'énergie) laser

AVERTISSEMENT — Certains lasers et certains composants optiques sont réalisés à partir de matériaux qui sont toxiques lorsqu'ils sont vaporisés (par exemple ZnSe, GaAs, CdTe, ThF₄, les chalcogénures, Be, Cr, Ni). Veiller à prendre les précautions de sécurité afin de ne pas endommager ces matériaux.

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11254 décrit un mode opératoire d'essai permettant de vérifier la capacité des surfaces optiques, traitées ou non traitées, à supporter la densité de puissance (la densité d'énergie).

La présente partie de l'ISO 11254 spécifie un mode opératoire en présentant deux méthodes d'essai permettant de vérifier la capacité des surfaces optiques à supporter la densité de puissance (la densité d'énergie).

La première méthode présente un essai rigoureux satisfaisant aux exigences à un niveau de confiance spécifié en matière de connaissance des défauts potentiels.

La seconde méthode est un essai simplifié de niveau d'essai dérivé de façon empirique, donc peu coûteux.

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 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, *Optique et photonique — Lasers et équipements associés aux lasers — Vocabulaire et symboles*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11145 ainsi que les 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 pouvant être observée selon une technique de contrôle décrite dans la présente partie de l'ISO 11254

3.2 essai 1 sur 1
programme d'essai qui utilise une irradiation simple de chaque emplacement non exposé de la surface de l'échantillon

3.3 essai S sur 1
programme d'essai qui utilise des irradiations multiples, S, de chaque emplacement non exposé de la surface de l'échantillon

3.4 plan cible
plan tangentiel à la surface de l'échantillon, au point d'intersection de l'axe de propagation du faisceau laser et de la surface de l'échantillon

3.5 durée effective d'impulsion
 τ_{eff}
rapport de l'énergie totale des impulsions à la puissance de crête de ces impulsions

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-334f-4379-9bec-a1b810b0d530/iso-11254-3-2006>

3.6 niveau de vérification
 ϕ
densité d'énergie/densité de puissance/densité de puissance linéaire d'un rayonnement laser incident à la surface optique utilisée pour les essais du composant

3.7 surface de vérification
 A_{ϕ}
aire sur laquelle la valeur de la densité d'énergie $H(x,y,z)$ est égale ou supérieure au niveau d'épreuve, ϕ

3.8 niveau de confiance
 γ
complément de la probabilité d'une réalisation satisfaisante de l'essai de vérification

3.9 diamètre effectif du faisceau
deux fois la racine carrée de la surface de l'irradiation de vérification divisée par pi (π)

Voir Tableau 1 pour les symboles et les unités.

$$d_{\phi, \text{eff}} = 2 \sqrt{\frac{P}{\pi E_{\text{max}}}} \tag{1}$$

3.10 faisceau rectangulaire
faisceau ayant une large surface d'une intensité de crête (ou fluence) quasiment constante

4 Symboles et unités de mesure

Tableau 1 — Symboles et unités de mesure

Symbole	Unité	Terme
λ	nm	longueur d'onde
α	rad	angle d'incidence
p	1	degré de polarisation
τ_H	ns, μ s, ms, s	durée d'impulsion
τ_{eff}	ns, μ s, s	durée effective d'impulsion
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
F_{max}	W/cm	densité de puissance linéaire maximale
d_{sep}	mm	espacement des sites d'essai
γ	1	niveau de confiance
R	1	risque de vérification erronée
f_{essai}	1	fraction de la surface d'essai à exposer
N_d	1	nombre de sites générant un endommagement
ϕ	J/cm ² , W/cm ² , W/cm	niveau d'épreuve
A_ϕ	cm ²	surface d'épreuve
A_{essai}	cm ²	surface à soumettre à essai
N_{TS}	1	nombre de sites examinés sur la surface d'essai
Ω_x	1	chevauchement horizontal
Ω_y	1	chevauchement vertical

5 Échantillonnage

La présente partie de l'ISO 11254 présente un mode opératoire assurant un niveau de confiance élevé concernant la capacité de traitement du composant soumis à essai par la densité de puissance (la densité d'énergie).

Elle peut être utilisée pour de multiples applications, y compris: contrôle non destructif, échantillonnage témoin, échantillonnage par lots et contrôle de surfaces d'essai. Le niveau de confiance de l'absence de défaut d'un composant ayant un seuil d'endommagement inférieur à la résistance à l'irradiation acceptable, augmente en proportion du pourcentage de fraction de surface soumise à essai. Ces niveaux de confiance sont étudiés dans les Annexes B et C.

Les laboratoires d'essai et l'utilisateur/le fabricant des composants doivent procéder à des échanges de vues afin de définir le niveau de confiance requis, ainsi que le nombre d'irradiations par site (essai 1 sur 1 ou essai S sur 1) et la fréquence de répétition des impulsions lors des essais.

Cela permettra de définir des paramètres tels que la surface de la tache d'irradiation acceptable, A_ϕ , l'espacement des sites d'irradiation, d_{sep} , et le nombre total de sites à irradier N_{TS} .

6 Méthode d'essai

6.1 Principe

Le présent essai consiste à irradier des sites d'essai échantillonnés à la surface de l'échantillon, la contrainte à l'irradiation étant convenue ou spécifiée, en irradiant à la suite une fraction de la surface de l'échantillon et en vérifiant l'absence de dommage. Une quantité suffisante d'échantillons (sites d'essai) doit être irradiée de la surface optique soumise à essai pour pouvoir établir un niveau de confiance donné. Voir Figure 1.

Tout dommage observé au cours d'un essai constitue une défaillance, cet essai peut être non destructif pour les éléments acceptables.

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

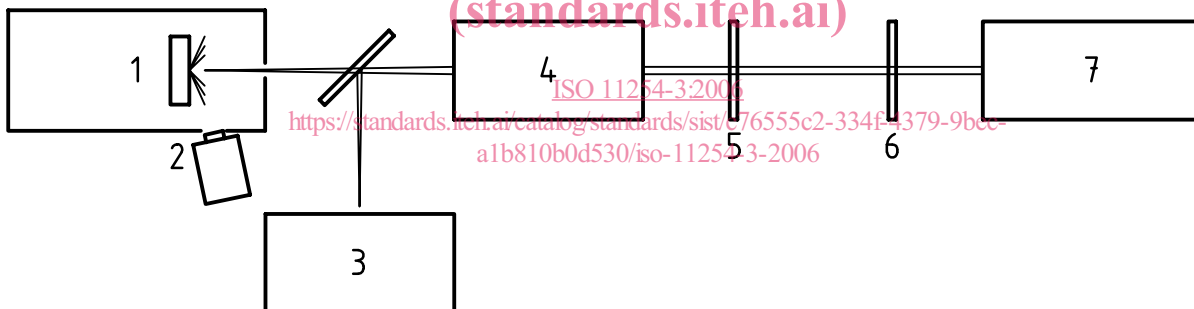
Le présent mode opératoire est applicable aux essais de tous les systèmes laser. L'état de polarisation est réglé à l'aide d'une lame d'onde appropriée.

La capacité de tenue au flux d'une surface optique irradiée par des lasers à impulsions courtes est généralement exprimée en unités de densité d'énergie (J/cm^2).

La capacité de tenue à la puissance d'une surface optique soumise à l'irradiation de lasers à ondes quasi continues ou continues est généralement exprimée en unité de densité de puissance linéaire (W/cm). La densité de puissance renvoie à la puissance moyenne par surface unitaire pendant la durée de l'irradiation. Bien que ces unités soient couramment utilisées, les unités et le paramètre physique corrects permettant d'établir les échelles des résultats pour les lasers à ondes quasi-continues et continues sont la densité de puissance linéaire, exprimée en W/cm .

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)



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 — Approche de base pour un essai des dommages laser

6.2 Appareillage

6.2.1 Système laser

Il est nécessaire d'utiliser un système laser émettant un rayonnement laser ayant un profil spatial quasi rectangulaire reproductible. Le profil temporel des impulsions est enregistré pendant le mesurage. Pour les différents groupes de lasers, les variations maximales admissibles des paramètres des impulsions sont récapitulées dans le Tableau 2. Les critères de stabilité des paramètres du faisceau et par conséquent la densité d'énergie incidente du laser doivent être déterminés et inscrits dans un bilan d'erreur et doivent figurer dans le rapport d'essai présenté dans l'Annexe A.

Les références pour la production d'un faisceau rectangulaire ainsi que les échelles des dommages par laser sont données dans la Bibliographie.

Tableau 2 — Variation maximale des paramètres du système laser et variation correspondante de la densité de puissance d'impulsion de vérification

Type de laser	Énergie d'impulsion Q	Puissance moyenne P_{av}	Durée d'impulsion τ_H	Surface d'épreuve A_ϕ	Densité de puissance E_{max}
impulsionnel	± 5	—	± 10	± 10	± 15
continu	—	± 5	—	± 6	± 20

NOTE Les variations sont indiquées en pourcentage.

6.2.2 Atténuateur variable et système d'émission du faisceau

L'émission laser doit être atténuée au niveau requis au moyen d'un atténuateur extérieur variable n'altérant ni la transmission ni les propriétés d'imagerie.

Le système d'émission du faisceau et l'atténuateur ne doivent pas affecter les propriétés du faisceau laser de façon incompatible 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'émission du faisceau.

6.2.3 Système de focalisation

Le système de focalisation doit émettre une distribution rectangulaire de l'énergie dans le faisceau. Le faisceau doit avoir une zone de pic centrale dans laquelle la fluence locale ou la densité de puissance des lasers impulsionnels ou la densité de puissance linéaire des lasers continus varie moins que les valeurs données dans le Tableau 3.

ISO 11254-3:2006
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c76555c2-9541-4379-b0cc-a1b810b9d530/iso-11254-3-2006>
Tableau 3 — Variations maximales dans les zones de pic centrales

Type de laser	Variation maximale (pic-vallée) dans la zone de pic centrale, exprimée en pourcentage de la valeur maximale
impulsionnel	$\pm 11 \%$
continu	$\pm 14 \%$

Des effets de cohérence dans les échantillons à surfaces parallèles peuvent apparaître et affecter les mesurages. Ces effets doivent être éliminés selon des techniques appropriées, telles que calage ou balancement de l'échantillon. L'application d'un faisceau hautement convergent est également une méthode qui peut être appliquée pour éliminer les effets de cohérence dans l'échantillon.

6.2.4 Porte-éprouvette

La station d'essai doit être équipée d'un manipulateur permettant une localisation précise des sites d'essai sur l'échantillon, avec une précision suffisante compte tenu de sa taille.

6.2.5 Détection des dommages

Une technique microscopique doit être utilisée pour inspecter la surface avant et après l'essai. La vérification doit être faite avec un microscope à lumière incidente ayant un contraste interférentiel différentiel du type Nomarski. Le grossissement utilisé doit se situer dans la plage comprise entre $\times 100$ et $\times 150$. Pour les vérifications usuelles et le mesurage objectif du dommage laser, un analyseur d'image peut être fixé sur le microscope.

Un système de détection d'endommagement approprié en ligne peut être installé pour évaluer l'état de la surface soumise à essai. Pour la détection en ligne, toute technique appropriée peut être utilisée. Les

techniques adaptées à ce sujet sont, par exemple, les techniques microscopiques associées à des analyseurs d'image, la détection photo-acoustique ou photo thermique, aussi bien que les mesurages de diffusion à l'aide d'un laser distinct ou du rayonnement du laser générant les dommages. Une configuration type du système de mesure de diffusion en ligne est décrite dans l'ISO 11254-2.

6.2.6 Diagnostics du faisceau

6.2.6.1 Énergie ou puissance totale des impulsions

L'unité diagnostic doit être équipée d'un détecteur étalonné pour mesurer l'énergie des impulsions ou la puissance du faisceau reçue sur le plan cible. Cet instrument doit être raccordable à un étalon national avec une incertitude absolue de $\pm 5\%$ ou mieux.

6.2.6.2 Profil temporel

L'unité diagnostic doit être équipée d'un appareillage permettant d'analyser le profil temporel du laser en vue de déterminer la durée d'impulsion.

6.2.6.3 Profil spatial

Dans tous les cas, le profil spatial doit être analysé dans le plan cible ou dans un plan équivalent. L'unité diagnostic doit être équipée d'un appareillage permettant de mesurer le profil spatial bidimensionnel avec une résolution spatiale conforme aux exigences figurant dans le Tableau 2.

6.3 Préparation des échantillons d'essai

La longueur d'onde, l'angle d'incidence et la polarisation du rayonnement laser utilisé lors de l'essai doivent être conformes aux spécifications du fabricant pour une utilisation normale. Si les valeurs de ces paramètres sont données sous forme de plages, toute combinaison arbitraire de longueur d'onde, d'angle d'incidence et de polarisation peut être utilisée dans les limites de ces plages.

Le stockage, le nettoyage et la préparation des échantillons sont selon les spécifications données par le fabricant pour une utilisation normale.

En l'absence d'instructions spécifiques du fabricant, le mode opératoire suivant doit être mis en œuvre.

L'échantillon doit être stocké pendant les 24 h précédant l'essai à moins de 50 % d'humidité relative. L'échantillon doit être manipulé par les surfaces non optiques seulement. Avant l'essai, une évaluation de la qualité et de la propreté de la surface conformément à l'ISO 10110-7 doit être effectuée à l'aide d'un microscope Nomarski/darkfield à fond noir, sous un grossissement $\times 150$ ou plus.

En cas de contamination de l'échantillon, sa surface doit être nettoyée. La méthode de nettoyage doit être indiquée dans la documentation. Si la contamination ne peut pas être éliminée, elle doit être enregistrée par des moyens photographiques et/ou électroniques avant l'essai. Aucune particule de poussière ne doit être constatée sur le site d'essai pendant l'irradiation. L'environnement d'essai, qui doit être de l'air filtré propre présentant moins de 50 % d'humidité relative, doit être indiqué dans la documentation.

Les sites d'essai doivent être disposés d'une manière bien définie et reproductible. Le quadrillage d'essai doit être rapporté à des points de référence fixes sur l'échantillon.

6.4 Modes opératoires d'essai

6.4.1 Généralités

Pour les essais destinés à déterminer l'aptitude d'un système optique à supporter le rayonnement laser, il est possible de définir deux types d'essais.

Le premier, ou essai de Type 1, permet de déterminer un niveau de confiance pour lequel il existe un nombre maximal de défauts sur la surface soumise à essai. L'essai de Type 1 est traité en 6.4.2.