
**Lasers et équipements associés
aux lasers — Méthodes d'essai du seuil
d'endommagement provoqué par laser —**

**Partie 1:
Définitions et principes de base**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Lasers and laser-related equipment — Test methods for laser-induced
damage threshold —
(standards.iteh.ai)
Part 1. Definitions and general principles*

ISO 21254-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02453f61-6eaf-49ea-9611-69400e13e7eb/iso-21254-1-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 21254-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02453f61-6eaf-49ea-9611-69400e13e7eb/iso-21254-1-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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	4
6 Méthodes d'essai	4
6.1 Principe	4
6.2 Appareillage	6
6.3 Préparation des échantillons	11
6.4 Mode opératoire	11
7 Exactitude	12
8 Rapport d'essai	12
Annexe A (informative) Unités et échelles du seuil d'endommagement provoqué par laser	14
Bibliographie	15

ITech STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02453f61-6eaf-49ea-9611-69400e13e7eb/iso-21254-1-2011>

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 21254-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

Cette première édition de l'ISO 21254-1:2011, conjointement à l'ISO 21254-2:2011, annule et remplace l'ISO 11254-1:2000 et l'ISO 11254-2:2001, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 21254 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Lasers et équipements associés aux lasers* — *Méthodes d'essai du seuil d'endommagement provoqué par laser*.

- *Partie 1: Définitions et principes de base*
- *Partie 2: Détermination du seuil*
- *Partie 3: Possibilités de traitement par puissance (énergie) laser*
- *Partie 4: Inspection, détection et mesurages* [Rapport technique]

Introduction

Les rayonnements laser ayant une énergie ou une puissance suffisamment élevée peuvent endommager les composants optiques. Quel que soit le niveau d'exposition au rayonnement laser et le mode de fonctionnement de la source laser, la probabilité d'endommagement par laser est habituellement plus élevée en surface que dans la masse d'un composant. Le seuil d'endommagement d'un composant optique est donc souvent assimilé à celui de sa surface qui peut être traitée pour modifier les propriétés optiques. Un endommagement volumique est observé lorsque l'intensité du champ électrique dans le volume du composant est augmentée par autofocalisation, interférence, diffusion ou d'autres effets. Des défauts, tels que des défauts, des dislocations, des centres colorés ou des inhomogénéités, peuvent réduire la tenue en puissance dans la masse d'un composant optique. L'endommagement provoqué par des impulsions laser uniques est souvent induit par des défauts ou une contrainte mécanique dans le revêtement, une contamination de la surface ou une absorption optique entraînant un échauffement catastrophique de la surface. Pour un fonctionnement à impulsions multiples, en plus des mécanismes réversibles induits par l'échauffement et la distorsion, des mécanismes d'endommagement irréversibles supplémentaires dus au vieillissement, aux microdommages, à l'humidité et à l'apparition ou au déplacement de défauts sont observés. Les diverses parties de la présente Norme internationale concernent la détermination de l'endommagement irréversible des surfaces optiques et de la masse d'un composant optique soumis à l'influence d'un faisceau laser. Selon les conditions d'environnement, l'endommagement est une fonction des propriétés du matériau et des paramètres du laser, en particulier de la longueur d'onde, de la dimension du faisceau et de la durée d'irradiation.

iTeh STANDARD PREVIEW

La présente partie de l'ISO 21254 est dédiée aux principes fondamentaux et généraux relatifs au mesurage des seuils d'endommagement provoqué par laser. En se fondant sur l'appareillage et les protocoles de mesure décrits dans l'ISO 21254-1, l'ISO 21254-2 et l'ISO 21254-3, elle décrit des modes opératoires permettant d'évaluer l'endommagement dans différentes conditions. Les protocoles permettant de déterminer les seuils d'endommagement 1 sur 1 et S sur 1 sont décrits dans l'ISO 21254-2. L'essai 1 sur 1 est une méthode de mesure du seuil d'endommagement qui utilise une irradiation unique de chaque site non exposé de la surface de l'échantillon. En revanche, le programme de mesure S sur 1 est fondé sur l'application d'une série d'impulsions ayant une densité d'énergie constante sur chaque site non exposé de la surface de l'échantillon. Cet essai reflète les conditions de fonctionnement de l'échantillon dans des applications typiques, mais, par rapport au protocole de mesure 1 sur 1, les essais S sur 1 engendrent des coûts expérimentaux nettement plus élevés. L'ISO 21254-3 est centrée sur la vérification de la capacité des surfaces optiques à supporter la densité de puissance ou d'énergie, les échantillons ayant satisfait à l'essai étant non endommagés. L'ISO/TR 21254-4, relatif aux méthodes de détection de l'endommagement et au contrôle des surfaces soumises à essai, est un complément de l'ISO 21254-1.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21254-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02453f61-6eaf-49ea-9611-69400e13e7eb/iso-21254-1-2011>

Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai du seuil d'endommagement provoqué par laser —

Partie 1: Définitions et principes de base

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 de matériaux toxiques (par exemple ZnSe, GaAs, CdTe, ThF₄, chalcogénures, Be, Cr, Ni), cela peut engendrer de sérieux risques pour la santé. Voir l'Annexe A pour des commentaires supplémentaires.

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 21254 définit les termes et les principes de base des méthodes d'essai permettant de déterminer le seuil d'endommagement provoqué par laser et de vérifier les composants optiques du laser soumis à un rayonnement laser.

(standards.iteh.ai)

2 Références normatives

[ISO 21254-1:2011](#)

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, *Optique et photonique — 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*

ISO 11146-1, *Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai des largeurs du faisceau, angles de divergence et facteurs de limite de diffraction — Partie 1: Faisceaux stigmatiques et astigmatiques simples*

ISO 11146-2, *Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai des largeurs du faisceau, angles de divergence et facteurs de limite de diffraction — Partie 2: Faisceaux astigmatiques généraux*

ISO 21254-2, *Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai du seuil d'endommagement provoqué par laser — Partie 2: Détermination du seuil*

ISO 21254-3, *Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai du seuil d'endommagement provoqué par laser — Partie 3: Possibilités de traitement par puissance (énergie) laser*

ISO/TR 21254-4, *Lasers et équipements associés aux lasers — Méthodes d'essai du seuil d'endommagement provoqué par laser — Partie 4: Inspection, détection et mesurages*

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 la surface d'un échantillon, provoquée par un rayonnement laser et pouvant être observée par une technique de contrôle avec une sensibilité en rapport avec l'application prévue du produit

NOTE L'endommagement peut se produire sur la face avant ou la face arrière du composant optique. La valeur du seuil d'endommagement de la face avant peut être différente de celle de la face arrière.

3.2 endommagement volumique
toute modification permanente des caractéristiques du volume d'un échantillon, provoquée par un rayonnement laser et pouvant être observée par une technique de contrôle avec une sensibilité en rapport avec l'application prévue du produit

3.3 essai 1 sur 1
programme d'essai qui utilise une irradiation unique de chaque site non exposé de la surface de l'échantillon

3.4 densité de puissance linéaire
 F_{th}
seuil de densité de puissance linéaire, (exprimé en watts par centimètre (W/cm), au-delà duquel un endommagement peut se produire

NOTE La densité de puissance linéaire s'applique à un fonctionnement continu et à impulsions longues. En ce qui concerne l'endommagement provoqué par laser, une impulsion longue est supposée lorsque la distance de transfert thermique $(2D\tau_{eff})^{1/2}$, où D , la diffusivité thermique, est de l'ordre de la valeur du diamètre du faisceau d'essai, $d_{T,eff}$.

3.5 essai S sur 1
programme d'essai qui utilise une série d'impulsions ayant une densité d'énergie constante sur chaque site non exposé avec un intervalle de temps court et constant entre deux impulsions successives, la longueur de l'intervalle de temps entre les impulsions d'une série étant donnée par la valeur inverse de la fréquence de répétition de la source laser

3.6 nombre d'irradiations par site d'examen
 S
nombre d'impulsions d'un train d'impulsions utilisé dans un essai S sur 1

3.7 seuil
plus grande quantité de rayonnement laser incident sur le composant optique pour laquelle la probabilité extrapolée d'endommagement est nulle, où la quantité de rayonnement laser peut être exprimée en densité d'énergie, H_{th} , densité de puissance, E_{th} , ou densité de puissance linéaire, F_{th}

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

3.9 surface effective

$A_{T,eff}$
rapport de l'énergie d'impulsion à la densité d'énergie maximale de l'impulsion laser dans le plan cible

NOTE Pour un profil spatial de faisceau perpendiculaire à la direction de propagation du faisceau et pour les angles d'incidence différents de 0 rad, le cosinus de l'angle d'incidence est inclus dans le calcul de la surface effective.

3.10 diamètre effectif du faisceau

$d_{T,eff}$
deux fois la racine carrée de la surface effective divisée par π

$$d_{T,eff} = 2\sqrt{\frac{A_{T,eff}}{\pi}} \quad (1)$$

3.11 durée effective d'impulsion

τ_{eff}
rapport de l'énergie d'impulsion à la puissance maximale de l'impulsion

3.12 impulsion typique

impulsion de formes temporelle et spatiale, qui représente les propriétés moyennes des impulsions constituant une série d'impulsions appliquée lors de l'essai S sur 1

3.13 nombre minimal d'impulsions (standards.iteh.ai)

N_{min}
nombre d'impulsions incidentes causant un endommagement détectable

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02453f61-6eaf-49ea-9611-69400e13e7eb/iso-21254-1-2011>

3.14 courbe d'endommagement caractéristique

représentation du seuil d'endommagement provoqué par laser S sur 1 en fonction du nombre d'impulsions par site, à une fréquence de répétition des impulsions donnée

4 Symboles et unités de mesure

Les symboles et les unités de mesure sont présentés ci-dessous.

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
τ_H	s	durée d'impulsion
τ_{eff}	s	durée effective d'impulsion
f_p	Hz	fréquence de répétition des impulsions
P_{av}	W	puissance moyenne
Q	J	énergie d'impulsion

F_{\max}	W/cm	densité de puissance linéaire maximale
E_{\max}	W/cm ²	densité de puissance maximale
H_{\max}	J/cm ²	densité d'énergie maximale
P_{pk}	W	puissance de crête d'impulsion
E_{th}	W/cm ²	seuil de densité de puissance
F_{th}	W/cm	seuil de densité de puissance linéaire
H_{th}	J/cm ²	seuil de densité d'énergie
N_{\min}		nombre minimal d'impulsions provoquant un endommagement
S		nombre d'irradiation par site d'examen
N_{ts}		nombre total de sites pour l'essai

5 Échantillonnage

Pour les essais, il est possible de choisir un composant réel ou un échantillon témoin. Dans ce dernier cas, le matériau du substrat et le fini de surface doivent être les mêmes que ceux du composant réel. Dans le cas d'un échantillon traité, le traitement optique de l'échantillon témoin doit être effectué par la même opération que celui du composant réel. Il convient de marquer le numéro de l'opération de traitement et la date correspondante sur l'échantillon. Si un endommagement volumique est attendu, le matériau du substrat du composant d'essai doit être identique à celui du composant réel.

iTeh STANDARD PREVIEW

6 Méthodes d'essai

(standards.iteh.ai)

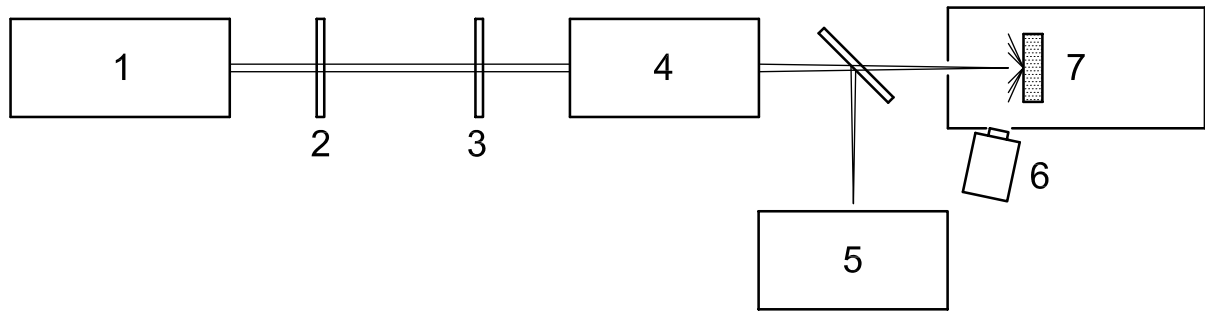
6.1 Principe

ISO 21254-1:2011

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02453f61-6eaf-49ea-9611-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02453f61-6eaf-49ea-9611-60496275705a/iso-21254-1:2011)

La configuration de base des essais d'endommagement par laser est illustrée à la Figure 1. L'émission d'une source laser stable bien caractérisée est réglée sur la valeur souhaitée d'énergie d'impulsion ou de puissance continue à l'aide d'un atténuateur variable, puis dirigée sur un échantillon placé au niveau ou à proximité du foyer d'un système de focalisation.

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 lame d'onde appropriée. Le faisceau laser incident est échantillonné par un séparateur de faisceau qui envoie une partie de l'énergie laser vers une unité de diagnostic du faisceau. Cette unité de diagnostic du faisceau permet de déterminer simultanément l'énergie totale d'impulsion et les profils spatial et temporel.



Légende

- 1 système laser
- 2 atténuateur variable
- 3 lame d'onde
- 4 système de focalisation
- 5 unité de diagnostic du faisceau
- 6 détecteur d'endommagement en ligne
- 7 compartiment de l'échantillon

Figure 1 — Schéma de principe d'un essai d'endommagement provoqué par laser

L'échantillon est placé dans une position définie par rapport au faisceau laser, à un angle d'incidence spécifié. Selon les exigences de l'essai, les sites d'essai sur l'échantillon sont exposés à des impulsions laser simples ou à des trains d'impulsions ayant une densité d'énergie et une fréquence de répétition constantes. L'échantillon est monté dans un porte-échantillon. Chaque essai d'irradiation individuel est effectué sans déplacer l'échantillon dans le faisceau. Il est recommandé que la distance entre les sites d'essai soit supérieure à trois fois le diamètre de la tache laser, d_T . Pour des essais fiables, un nombre suffisant de sites d'essai doit être soumis à essai à des densités d'énergie ou à des densités de puissance spécifiques. La détermination du seuil d'endommagement est fondée sur l'ensemble des données acquises durant l'essai complet et non sur l'état d'endommagement pour un site particulier.

Ce mode opératoire est applicable pour les essais des systèmes laser continus et à impulsions, indépendamment de la durée d'impulsion, de la fréquence de répétition des impulsions et de la longueur d'onde.

Les seuils d'endommagement des lasers à impulsions 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 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 d'unités de seuil d'endommagement provoqué par laser sont donnés dans l'Annexe A.

Pour les lasers à impulsions, toutes les fréquences de répétition des impulsions possibles sont autorisées avec une durée d'impulsion spécifiée. La durée d'impulsion et la fréquence de répétition des impulsions du laser d'essai doivent être consignées dans le rapport d'essai.

Les valeurs du seuil d'endommagement provoqué par laser dépendent des paramètres de fonctionnement du système laser utilisé pour l'essai. Pour une comparaison des données de seuil dans des conditions de fonctionnement légèrement différentes, des règles d'échelle fondées sur la modélisation des données expérimentales peuvent être utilisées. Il convient de tenir compte des aspects de sécurité pour l'application des règles d'échelle aux matières dangereuses.