

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**9211-1**

Première édition  
1994-12-15

---

---

**Optique et instruments d'optique —  
Traitements optiques —**

**Partie 1:  
Définitions**

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

*Optics and optical instruments — Optical coatings —*

*Part 1: Definitions*  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b109ce1f-be25-46d8-b41f-a6f5ce0ce1f9/iso-9211-1-1994>



Numéro de référence  
ISO 9211-1:1994(F)

## 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 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.

La Norme internationale ISO 9211-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 3, *Matériaux et composants optiques*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b109ce1f-be25-46d8-b41f->

L'ISO 9211 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Optique et instruments d'optique — Traitements optiques*:

- *Partie 1: Définitions*
- *Partie 2: Propriétés optiques*
- *Partie 3: Comportement aux essais d'environnement*
- *Partie 4: Méthodes d'essai spécifiques*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 9211 est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1994

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

# Optique et instruments d'optique — Traitements optiques —

## Partie 1: Définitions

### 1 Domaine d'application

L'ISO 9211 décrit les traitements de surface des composants et des substrats, à l'exclusion de l'optique ophtalmique (lunettes), par l'application de traitements optiques, et normalise leur spécification. Elle définit les caractéristiques générales et les méthodes d'essai et de mesure toutes les fois où cela est nécessaire, mais elle n'est pas destinée à définir la méthode de fabrication.

La présente partie de l'ISO 9211 définit les termes se rapportant aux traitements optiques. Ces termes sont regroupés en quatre catégories: définitions de base, définitions des traitements selon leurs fonctions, définitions des défauts de traitement usuels, et définitions diverses.

### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 9211. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 9211 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre

des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 31-6:1992, *Grandeurs et unités — Partie 6: Lumière et rayonnements électromagnétiques connexes.*

ISO 6286:1982, *Spectrométrie d'absorption moléculaire — Vocabulaire — Généralités — Appareillage.*

ISO 9211-4:—<sup>1)</sup>, *Optique et instruments d'optique — Traitements optiques — Partie 4: Méthodes d'essai spécifiques.*

ISO 10110-7:—<sup>1)</sup>, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 7: Tolérances d'imperfection de surface.*

ISO 10110-8:—<sup>1)</sup>, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 8: État de surface.*

CEI 50(845):1987, *Vocabulaire électrotechnique international — Chapitre 845: Éclairage.*

Publication CIE 38:1977, *Caractéristiques radiométriques et photométriques des matériaux et leurs mesures.*

1) À publier.

### 3 Définitions de base

#### 3.1 Traitement de surface

**3.1.1 traitement de surface des composants et des substrats:** Application de matières en «couche mince», destinée à modifier les propriétés optiques, physiques ou chimiques qui caractérisent initialement la surface d'un composant. Un composant optique portant un tel traitement est également appelé «substrat».

Les substrats sont considérés comme étant géométriquement parfaits et optiquement homogènes. En réalité, un ensemble constitué d'un substrat et d'un traitement de surface est identifié et mesuré au cours d'essais comme un tout.

Le sens du rayonnement électromagnétique émis et réfléchi par une surface traitée est donné par le milieu incident et le milieu émergent.

**3.1.2 milieu incident:** Le milieu environnant à partir duquel les rayonnements électromagnétiques pénètrent dans la couche de traitement.

**3.1.3 milieu émergent:** Le milieu environnant dans lequel les rayonnements électromagnétiques sortent de la couche de traitement.

NOTE 1 Le substrat portant physiquement le traitement peut constituer le milieu incident ou le milieu émergent, en fonction du sens de propagation du rayonnement électromagnétique à travers le milieu au contact du revêtement.

#### 3.2 Propriétés optiques d'une surface traitée

Les propriétés optiques d'une surface traitée sont caractérisées par des valeurs spectrophotométriques. Ces valeurs se rapportent à l'énergie rayonnante transportée par des ondes électromagnétiques (énergétiques ou lumineuses) et varient en fonction de la longueur d'onde de l'angle d'incidence, de l'état de polarisation et de la redistribution spatiale (sens) du rayonnement incident par diffusion telle que la dispersion.

##### NOTES

2 La longueur d'onde ( $\lambda$ ) peut être remplacée par le nombre d'ondes ( $\sigma$ ). Les unités recommandées sont le nanomètre (nm) ou le micromètre ( $\mu\text{m}$ ) pour la longueur d'onde et le centimètre à la puissance moins un pour le nombre d'ondes.

3 En français, les grandeurs possédant le caractère d'une densité spectrale par rapport à la longueur d'onde sont désignées par adjonction de l'adjectif «spectrique» au nom de

la grandeur initiale. Elles sont représentées en ajoutant l'indice  $\lambda$  au symbole de la grandeur initiale.

L'adjectif «spectral» est employé pour désigner les grandeurs qui dépendent de la longueur d'onde mais ne possédant pas le caractère d'une densité spectrale. La dépendance fonctionnelle est généralement indiquée en écrivant le caractère ( $\lambda$ ) entre parenthèses comme partie du symbole. En anglais, l'adjectif «spectral» est utilisé dans les deux cas.

**3.2.1 facteur spectral de transmission; transmittance spectrale,  $\tau(\lambda)$**  (voir ISO 31-6 et ISO 6286): Rapport du flux énergétique ou lumineux spectrique transmis à celui du rayonnement incident.

NOTE 4 La transmittance spectrale peut être exprimée sous forme de densité optique  $D(\lambda) = -\log \tau(\lambda)$ .

**3.2.2 facteur spectral de réflexion; réflectance spectrale,  $\rho(\lambda)$**  (voir ISO 31-6 et ISO 6286): Rapport du flux énergétique ou lumineux spectrique réfléchi à celui du rayonnement incident.

**3.2.3 facteur spectral d'absorption; absorptance spectrale,  $\alpha(\lambda)$**  (voir ISO 31-6 et ISO 6286): Rapport du flux énergétique ou lumineux spectrique absorbé à celui du rayonnement incident.

NOTE 5 L'absorptance spectrale dépend du sens de la propagation.

**3.2.4 diffusion spectrale:** Phénomène par lequel la répartition spatiale d'un faisceau de rayonnement est changée lorsque le faisceau est dévié dans de multiples directions par une surface ou par un milieu, sans changement de fréquence de ses composantes monochromatiques.

NOTE 6 Définition adoptée pour «diffusion» dans la version française du CEI 50(845) et dans la publication CIE 38. Voir également ISO 10110-8.

Les facteurs définis de 3.2.1 à 3.2.4 sont liés entre eux par la relation suivante:

$$1 = \tau + \rho + \alpha$$

Dans cette relation

$$\tau = \tau_r + \tau_d$$

$$\rho = \rho_r + \rho_d$$

où

$\tau_r$  est la transmittance régulière (spéculaire);

$\rho_r$  est la réflectance régulière (spéculaire);

$\tau_d$  est la transmittance diffuse;

$\rho_d$  est la réflectance diffuse.

NOTE 7 Si nécessaire, les valeurs spectrophotométriques peuvent être représentées comme une moyenne couvrant une plage de longueurs d'onde  $\lambda_2 - \lambda_1$ , comme suit:

$$\tau_{\text{ave}} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau(\lambda) \varepsilon(\lambda) \sigma(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \varepsilon(\lambda) \sigma(\lambda) d\lambda}$$

où

$\varepsilon(\lambda)$  est l'émissivité spectrale (de la source lumineuse);

$\sigma(\lambda)$  est la sensibilité spectrale (du détecteur).

Si  $\varepsilon(\lambda)\sigma(\lambda)$  est une constante pour les valeurs spectrophotométriques, la valeur moyenne peut être calculée comme suit:

$$\tau_{\text{ave}} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau(\lambda) d\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} \approx \frac{\sum_{i=1}^n \tau(\lambda_i) \Delta\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

où

$$\Delta\lambda = (\lambda_2 - \lambda_1)/n$$

**3.2.5 indice de réfraction,  $n(\lambda)$ :** Rapport de la vitesse du rayonnement électromagnétique dans le vide à la vitesse du rayonnement électromagnétique dans un milieu.

**3.2.6 angle d'incidence:** Angle entre la normale à la surface et le rayon incident principal.

**3.2.7 plan d'incidence:** Plan contenant la normale à la surface et le rayon incident principal.

### 3.3 Paramètres colorimétriques

Un traitement de surface destiné à des applications visuelles peut être caractérisé par des paramètres colorimétriques. Ceux-ci dépendent de la source d'éclairage de référence utilisée et des propriétés optiques de la surface traitée.

### 3.4 Polarisation

Quand un traitement est utilisé sous un angle d'incidence différent de zéro, ses caractéristiques dépendent de l'état de polarisation du rayonnement incident et il peut influencer l'état de polarisation du rayonnement émergent. Il peut s'avérer alors nécessaire

d'indiquer l'orientation du vecteur champ électrique par rapport au plan d'incidence.

**3.4.1 polarisation linéaire du rayonnement:** Polarisation pour laquelle l'orientation du vecteur champ électrique demeure constante.

La polarisation *S* fait référence à la polarisation linéaire pour laquelle le vecteur champ électrique est perpendiculaire au plan d'incidence.

La polarisation *P* fait référence à la polarisation linéaire pour laquelle le vecteur champ électrique est parallèle au plan d'incidence.

**3.4.2 polarisation elliptique du rayonnement:** Polarisation dans laquelle la projection du vecteur champ électrique sur un plan normal à la direction de propagation décrit une ellipse.

**3.4.3 polarisation circulaire du rayonnement:** Polarisation dans laquelle la projection du vecteur champ électrique sur un plan normal à la direction de propagation décrit un cercle.

**3.4.4 rayonnement non polarisé:** Rayonnement qui fait référence au rayonnement normal décomposé en une paire de vecteurs champ électrique orthogonaux ayant les mêmes valeurs moyennes et une différence de phase spatiale variant de manière totalement aléatoire.

**3.4.5 polarisation aléatoire du rayonnement:** Polarisation dans laquelle l'orientation du vecteur champ électrique du rayonnement polarisé linéairement varie de manière aléatoire en fonction du temps.

## 3.5 Relations entre phases

### 3.5.1 Changement de phase

Le champ électrique résultant d'une onde électromagnétique en un point fixe de l'espace peut être décrit par une fonction périodique définie par la formule

$$E = A \cos\left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \Phi\right)$$

où

*E* est le vecteur champ électrique;

*A* est l'amplitude;

*v* est la vitesse de propagation dans le milieu;

*t* est le temps;

$\lambda$  est la longueur d'onde dans le milieu;

$\phi$  est la phase.

L'angle  $\phi - \phi_0$  représente le changement de phase entre cette onde et une onde de référence dont le vecteur champ électrique est donné par

$$E_0 = A \cos\left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \phi_0\right)$$

### 3.5.2 Retard et différence de phase

Le retard de phase résulte du changement de phase entre les composantes  $S$  et  $P$  du vecteur champ électrique  $E$ . La valeur de ce changement est appelée différence de phase.

## 4 Définitions des traitements selon leurs fonctions

Les traitements sont définis selon leurs fonctions, c'est-à-dire selon la nature de la principale modification des propriétés de surface qu'ils réalisent.

Le tableau 1 donne la liste des principales fonctions réalisables par les traitements optiques en l'état actuel de la technologie. La liste des principales fonctions est susceptible d'évolutions futures, incluant le résultat des recherches en cours.

Un traitement destiné à réaliser une fonction principale selon le tableau 1 peut également comporter une ou plusieurs fonctions secondaires. Il y a lieu d'indiquer leur importance relative par rapport à la fonction principale.

**Tableau 1 — Définitions des traitements selon leurs fonctions**

Fonction	Définition	Exemple d'application
Réflexion	Traitement augmentant la réflectance d'une surface optique sur une gamme de longueurs d'onde spécifiée.	Miroirs
Antiréflexion	Traitement réduisant la réflectance d'une surface optique sur une gamme de longueurs d'onde spécifiée et augmentant habituellement la transmittance.	Limitation de la réflexion parasite
Séparation de faisceau	Traitement séparant le flux incident en deux faisceaux, l'un transmis et l'autre réfléchi, la répartition énergétique de chaque faisceau reproduisant de manière essentiellement non sélective, la répartition énergétique incidente sur une gamme de longueurs d'onde spécifiée.	Séparateurs de faisceaux neutres Réflecteurs partiels
Atténuation	Traitement réduisant la transmittance de manière essentiellement non sélective sur une gamme de longueurs d'onde spécifiée.	Filtres de densité neutres
Filtrage	Traitement modifiant la transmittance de manière sélective.	Filtres
Sélection ou combinaison	Traitement divisant le flux rayonnant incident en deux ou plusieurs faisceaux dont chacun couvre une région spectrale limitée, les faisceaux étant propagés soit par réflexion soit par transmission. Le chemin inverse combine les faisceaux provenant de régions spectrales différentes.	Miroirs dichroïques Mélangeurs de faisceaux
Polarisation	Traitement contrôlant l'état de polarisation du rayonnement électromagnétique émergent sur une gamme de longueurs d'onde spécifiée.	Polariseurs Non-polariseurs
Changement de phase	Traitement contrôlant le changement de phase du rayonnement électromagnétique émergent par rapport au rayonnement incident, et/ou la valeur de la différence de phase entre les vecteurs $S$ et $P$ , sur une gamme de longueurs d'onde spécifiée.	Traitements de mise en phase Traitements de retard de phase
Absorption	Traitement absorbant une valeur spécifiée du flux incident sur une gamme de longueurs d'onde spécifiée.	Lunettes de soleil Pièges à lumière
Autres fonctions	Traitement apportant une propriété non optique; cette propriété est fréquemment combinée avec une fonction optique.	Conduction électrique Protection chimique ou mécanique

## 5 Définitions des défauts de traitement usuels

### 5.1 Défauts ponctuels

**5.1.1 piqûre:** Très petit trou dans la couche mince.

**5.1.2 projection:** Défauts résultant du dépôt sur la surface du substrat de particules de matière provenant du creuset chaud, lors de traitements par évaporation.

**5.1.3 particule:** Minuscule élément de matière sur ou dans la couche mince.

**5.1.4 poussière fine:** Minuscules éléments de matière sur la surface de la couche mince.

**5.1.5 nodule:** Petit défaut superficiel à l'aspect nodulaire.

### 5.2 Défauts linéaires

**5.2.1 rayure:** Marque ou déchirure d'une surface donnant l'impression qu'elle a été faite à l'aide d'un instrument acéré ou rugueux. Les rayures se produisent sur les surfaces optiques à tous les degrés provoqués par des causes accidentelles diverses.

**5.2.2 rayure capillaire:** Rayure très fine et lisse, généralement droite.

**5.2.3 fissure:** Cassure dans la matière d'un élément optique.

**5.2.4 craquelure:** Petite cassure de la couche de traitement.

**5.2.5 filandre:** Rayure capillaire.

### 5.3 Imperfections de surface

NOTE 8 Les méthodes de contrôle sont données dans l'ISO 10110-7 et l'ISO 9211-4. Les défauts de traitement sont illustrés en annexe A.

**5.3.1 tache:** Décoloration inégale localisée de la surface, provoquée par les changements produits par une action chimique.

**5.3.2 abrasion:** Dommages superficiels provoqués par le contact avec une surface plus dure.

**5.3.3 marque fibreuse:** Dépôt de fibres de tissu ou de papier sur une surface optique.

**5.3.4 vide de traitement:** Zone superficielle locale à l'intérieur des régions revêtues qui est non traitée alors que la surface restante porte le traitement spécifié.

### 5.4 Imperfections de volume

**5.4.1 desquamation:** Séparation partielle de la (des) couche(s) mince(s) et de la surface du substrat à une extrémité de celui-ci.

**5.4.2 écaillage:** Séparation partielle de portions de couche mince et de la surface du substrat.

**5.4.3 grande projection:** Particule de matière plus grande que la particule décrite en 5.1.2, en volume ou en profondeur.

**5.4.4 particule de grande taille:** Particule de matière plus grande que la particule décrite en 5.1.3, en volume ou en profondeur.

**5.4.5 cloque; bulle:** Inclusion sous ou dans le traitement, tendant à soulever la couche.

## 6 Autres définitions

**6.1 angle d'ouverture du cône:** Plage maximale des angles d'incidence.

**6.2 zone utile; ouverture d'utilisation:** Aire minimale de la surface traitée selon les tolérances spécifiées.

**6.3 bordure:** Zone non traitée provenant habituellement de l'outillage de maintien du composant pendant le traitement. D'une manière générale, toute zone située hors de l'ouverture d'utilisation.

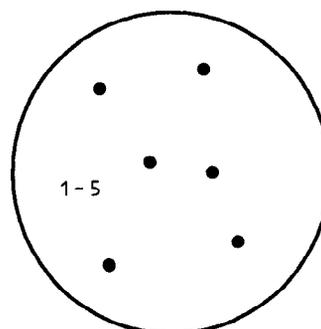
**6.4 échantillon témoin:** Échantillon représentant le composant traité réel, utilisé pour les essais spectraux et d'environnement. Les descriptions détaillées des échantillons témoins et des procédures d'échantillonnage (par exemple matière, état de surface, dimensions, nombre par lot, position dans la chambre de traitement, etc.) doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

## Annexe A (informative)

### Illustrations des types usuels de défauts de traitement

La présente annexe donne sur les figures A.1 à A.4 des illustrations des types usuels de défauts de traitement.

- 1 Piqûre (5.1.1)
- 2 Projection (5.1.2)
- 3 Particule (5.1.3)
- 4 Poussière fine (5.1.4)
- 5 Nodule (5.1.5)

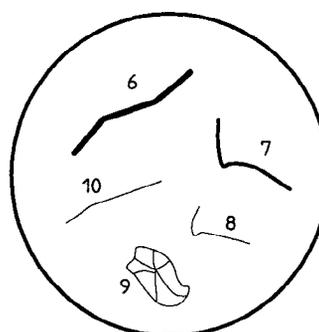


**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**Figure A.1 — Défauts ponctuels (5.1)**  
 (standards.iteh.ai)

ISO 9211-1:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b109ce1f-be25-46d8-b41f-a6f5ce0ce1f9/iso-9211-1-1994>

- 6 Rayure (5.2.1)
- 7 Rayure capillaire (5.2.2)
- 8 Fissure (5.2.3)
- 9 Craquelures (5.2.4)
- 10 Filandre (5.2.5)



**Figure A.2 — Défauts linéaires (5.2)**



Figure A.3 — Imperfections de surface (5.3)

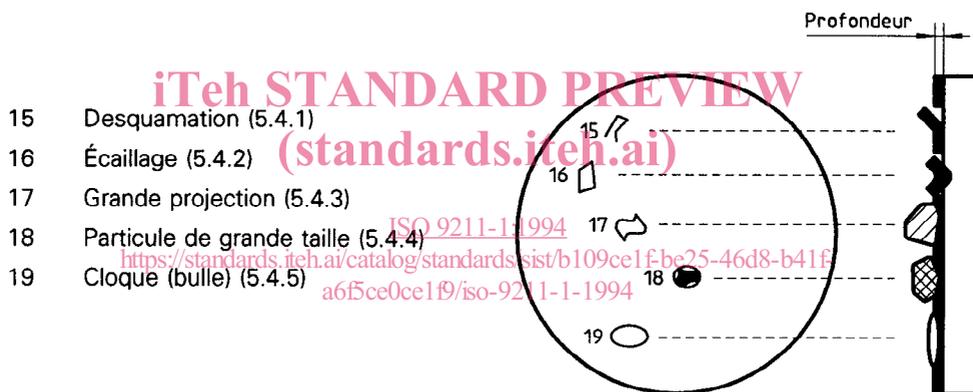


Figure A.4 — Défauts de volume (5.4)