
Norme internationale



5/2

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Photographie — Mesurage des densités — Partie 2: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par transmission

Photography — Density measurements — Part 2: Geometric conditions for transmission density

Deuxième édition — 1985-06-15

CDU 771.534.531.5

Réf. n° : ISO 5/2-1985 (F)

Descripteurs : photographie, mesurage de densité, densité de flux, densité de flux rayonnant, transmission, géométrie.

Prix basé sur 5 pages

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 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5/2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 42, *Photographie*.

La présente édition constitue une révision partielle de la Norme internationale ISO 5-1974.

Photographie — Mesurage des densités — Partie 2: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par transmission

0 Introduction

La présente partie de l'ISO 5 est une révision partielle de la première édition de l'ISO 5, *Photographie — Détermination de la densité diffuse*, publiée en 1974. Le principal changement est le remplacement de la méthode de la sphère d'intégration par la méthode du « verre opale »¹⁾ comme méthode de base pour la mesure de la densité instrumentale par transmission normalisée ISO. On reconnaît par là que les mesures de densité par transmission sur les produits photographiques sont faites presque exclusivement en utilisant des appareils munis de diffuseurs. On obtient des densités légèrement inférieures à celles obtenues par la méthode de la sphère d'intégration à cause des interrélaxions entre l'échantillon et le verre opale. L'effet est plus fort sur les faibles densités et dépend des caractéristiques de réflexion de la surface de l'échantillon qui fait face au diffuseur.

La présente partie de l'ISO 5 décrit aussi les conditions géométriques pour deux types de densité par projection. Les conditions spectrales décrites dans l'ISO 5-1974 sont spécifiées dans l'ISO 5/3.

La densité instrumentale par transmission est une mesure de la capacité qu'a une image sur un film de transmettre la lumière ou tout autre flux de radiation. La valeur mesurée dépend des conditions spectrales et géométriques de la mesure. La présente partie de l'ISO 5 ne traite que des conditions géométriques.

La densité instrumentale diffuse par transmission est une mesure de la modulation de la lumière par un film éclairé en lumière diffuse sur une face et examiné par l'autre face, comme dans le cas où un film est examiné sur une table éclairante munie d'un diffuseur ou est tiré par contact. Les conditions géométriques d'une projection avec un éclairage diffus sont presque équivalentes aux conditions d'examen d'un film sur une table éclairante diffusante, l'objectif de projection jouant le rôle de l'œil.

Lorsque le film est sur une table éclairante à lumière diffuse ou en contact avec la surface sensible de tirage, il y a des interrélaxions de lumière entre le film et la surface diffusante proche. Ces interrélaxions affectent la densité et sont mieux prises en compte dans un instrument de mesure utilisant un diffuseur ou un intégrateur en « verre opale », plutôt qu'une sphère

intégrante. A côté de cette raison fondamentale, pour employer des densitomètres utilisant des diffuseurs en « verre opale », on préfère de tels instruments car ils sont plus solides et plus faciles à fabriquer et à utiliser.

La densité instrumentale doublement diffuse par transmission est la mesure de la modulation de la lumière par un échantillon éclairé en lumière diffusée pour exposer à travers lui une surface sensible comme dans certaines tireuses contact. Comme ce type de densité est proche de la densité diffuse et comme peu d'appareils existent pour la mesurer, les conditions géométriques pour la densité doublement diffuse ne sont pas décrites dans la présente partie de l'ISO 5.

Des appareils utilisant des condenseurs optiques sont employés pour regarder des microfilms, des films cinématographiques ou des diapositives et pour faire des tirages par projection. Quand on utilise un système condenseur, une surface donnée de l'image réduit la quantité de lumière allant de la lampe à l'écran ou à la surface sensible de tirage, d'une manière différente de celle que l'on peut constater avec une répartition diffuse du côté de l'éclairage ou du récepteur. Les conditions définies dans la présente partie de l'ISO 5 pour la densité par projection, simulent les conditions géométriques influençant les caractéristiques de transmission d'une petite surface d'un négatif ou d'une diapositive au centre de la fenêtre d'un système classique de projection utilisant un condenseur. On peut définir cette surface par une petite ouverture dans une plaque opaque placée dans la fenêtre. On l'appelle fenêtre de champ. Le rapport du flux total transmis par l'échantillon au flux incident sur la fenêtre de champ est appelé « facteur de transmission » mais est, en pratique, de peu d'utilité. Au contraire, le flux transmis par la surface de la fenêtre de champ et collecté par l'objectif de projection pour former l'image projetée, est important. Le rapport de ce flux au flux collecté quand il n'y a pas de film dans la fenêtre de champ est appelé facteur de luminance élargi par transmission et sert de base au calcul de la densité instrumentale par projection.

La densité mesurée dépend du demi-angle au sommet du cône de rayons incidents et du demi-angle sous lequel l'objectif de projection est vu depuis le centre de la fenêtre de champ. Les demi-angles peuvent être exprimés en degrés ou en nombre d'ouverture. Puisque les nombres d'ouverture ($f/..$) sont généralement gravés sur les objectifs de projection, les deux types de densité instrumentale par projection décrits dans la présente

1) Bien que tout diffuseur satisfaisant aux spécifications de la présente Norme internationale puisse être utilisé, la méthode est souvent désignée simplement par le nom de « verre opale » pour la différencier de la méthode de la sphère d'intégration.

partie de l'ISO 5 sont identifiés par leur nombre d'ouverture, à savoir $f/4,5$ et $f/1,6$. Le type $f/4,5$ est fréquemment utilisé car cette ouverture est représentative de celle des lecteurs de microfilm. Le type $f/1,6$ est considéré comme représentatif des projecteurs cinématographiques.

1 Objet et domaine d'application

La présente partie de l'ISO 5 spécifie les conditions géométriques pour le mesurage des densités instrumentales ISO, par transmission, diffuses ou par projection $f/4,5$ et $f/1,6$.

La densité diffuse est surtout utilisée pour le mesurage d'images photographiques destinées à être examinées par transparence sur une table lumineuse, ou à être tirées par contact, ou encore à être projetées à l'aide d'un système de projection utilisant un éclairage diffus.

La densité par projection est surtout utilisée pour le mesurage d'images photographiques destinées à être projetées avec des systèmes utilisant un condenseur optique.

Bien que surtout prévues pour le mesurage des images photographiques, les méthodes densitométriques faisant l'objet de la présente partie de l'ISO 5 sont souvent utilisées pour des filtres optiques ou d'autres produits en feuille.

2 Références

ISO 5, *Photographie — Mesurage des densités* —

Partie 1: Termes, symboles et notations.

Partie 3: Conditions spectrales.

Partie 4: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par réflexion.

3 Définitions

Les systèmes de coordonnées, la terminologie, les définitions et les symboles décrits dans l'ISO 5/1 servent de base à la spécification des conditions géométriques pour le mesurage de densité instrumentale par réflexion.

Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 5, les définitions données dans l'ISO 5/1 et les définitions suivantes sont applicables.

3.1 facteur de luminance élargi par transmission (T): Rapport du flux instrumental transmis par l'échantillon au flux instrumental lorsque l'échantillon est retiré de la fenêtre de champ de l'instrument:

$$T = \frac{\Phi_{\tau}}{\Phi_j}$$

où

T est le facteur de luminance élargi par transmission;

Φ_{τ} est le flux transmis;

Φ_j est le flux pupillaire.

3.2 densité instrumentale par transmission (D_T): Logarithme décimal de l'inverse du facteur de luminance élargi par transmission:

$$D_T = \log_{10} \frac{1}{T} = \log_{10} \frac{\Phi_j}{\Phi_{\tau}}$$

4 Densité instrumentale diffuse, normalisée ISO

4.1 Géométrie des faisceaux

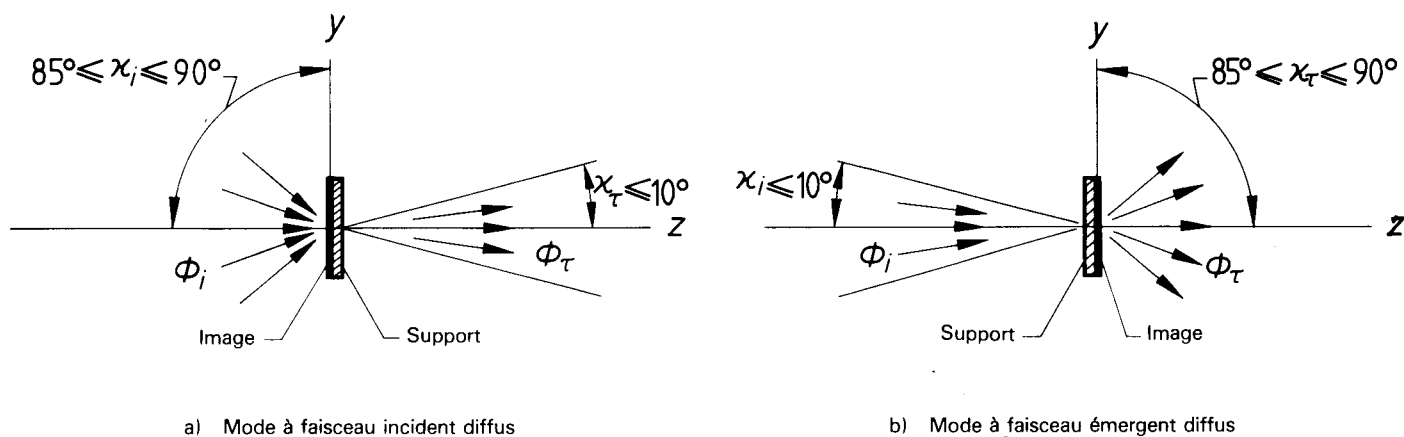
Les mesures de transmission diffuse peuvent être réalisées soit avec un système d'éclairage diffus et un récepteur directionnel soit avec un éclairage directionnel et un récepteur intégrant la lumière diffuse. La première géométrie est appelée « mode à faisceau incident diffus », la deuxième « mode à faisceau émergent diffus ». Une représentation schématique de ces deux modes est indiquée à la figure. Ces modes peuvent être décrits en terme de distribution diffuse ou directionnelle spécifiées, les distributions étant, suivant le mode, des distributions de luminance ou de sensibilités.

4.2 Fenêtre de champ

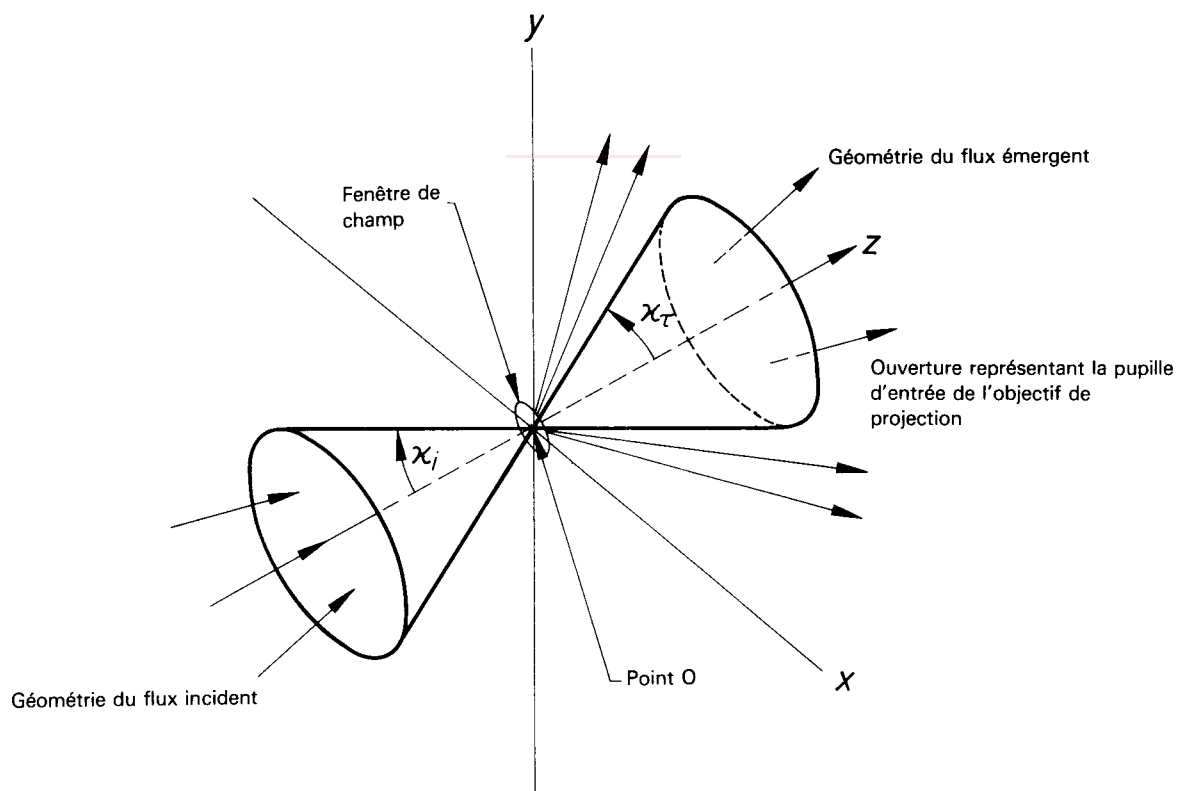
L'étendue et la forme de la surface sur laquelle la densité est mesurée est appelée fenêtre de champ. Sa forme et sa dimension ne sont pas critiques si aucune dimension n'est assez grande pour que les conditions géométriques des flux incident et émergent ne soient pas identiques sur toute sa surface, ou n'est pas assez petite pour que les effets dus à la granularité du film, à l'épaisseur de l'échantillon, ou à la diffraction soient sensibles. Les mesures sur des surfaces inférieures à 0,5 mm en diamètre, sont à la limite ou même dans le domaine de la microdensitométrie et étant sujet à des considérations spéciales, ne font pas l'objet de la présente partie de l'ISO 5. Les dimensions relatives de la fenêtre de champ et des éléments optiques déterminant la distribution directionnelle sont reliées par les tolérances sur l'angle sous tendu, spécifiées pour les distributions directionnelles.

Idéalement les distributions des flux incident et émergent devraient être uniformes sur la fenêtre de champ. Lorsque cette fenêtre est balayée par un photomètre dont le champ a une forme similaire, la même orientation mais des dimensions au plus égales au quart de celles de la fenêtre de champ, la luminance énergétique en chaque point de cette fenêtre doit être égale à la valeur maximale à 10 % près. Son manque d'uniformité est sans importance lorsqu'on mesure des plages uniformes, mais peut être une source importante d'erreur pour la mesure de plages non uniformes.

La taille du diffuseur par rapport à celle de la fenêtre de champ doit être assez grande pour que ses bords, ou son support, n'influent pas sur la mesure de densité. L'échantillon à mesurer doit être en contact avec le diffuseur. Dans le cas de films ou plaques photographiques, la face émulsion doit faire face au diffuseur.



Mesurage de la densité instrumentale diffuse



Mesurage de la densité instrumentale par projection

(pour $f/4,5$ $\kappa = 6,4^\circ \pm 0,2^\circ$)
 (pour $f/1,6$ $\kappa = 18,2^\circ \pm 1,0^\circ$)

Figure — Géométrie pour le mesurage des densités

4.3 Distribution diffuse

La distribution angulaire de la luminance ou de la sensibilité au centre de la fenêtre de champ, devrait idéalement être uniforme sur tout l'hémisphère délimité par le plan de la fenêtre de champ. Le degré d'uniformité doit être tel que le coefficient de diffusion du flux transmis, mesuré par la méthode de Halbertsma¹⁾, soit de 0,90 à 0,94.

Le demi angle au sommet de cette distribution doit être compris entre 85° et 90°. Avec les conditions spectrales spécifiées, le facteur de luminance élargi, absolu, par réflexion, de la surface de l'illuminateur diffus ou du collecteur diffus, suivant le cas, doit être compris entre 0,55 et 0,60.²⁾ Une telle distribution a souvent été réalisée en utilisant une plaque de verre opale pour diffuser le flux incident ou intégrer le flux transmis, mais l'emploi d'un verre opale n'est pas nécessaire si les conditions optiques spécifiées sont réalisées.

4.4 Distribution directionnelle

La distribution angulaire de la luminance énergétique ou de la sensibilité doit être maximale sur la normale à la fenêtre de champ, en son centre, et négligeable pour des angles de plus de 10° par rapport à la normale, à l'échantillon en tous les points de la fenêtre de champ.

4.5 Dénomination

Les valeurs de densité obtenues en observant la spécification ci-dessus peuvent être appelées «densité diffuse instrumentale par transmission, normalisée ISO» ou simplement «densité diffuse ISO». En notation fonctionnelle, elles s'écrivent D_T (90° opale; S: < 10°; s) ou D_T (< 10°; S: 90° opale; s), S et s étant les caractéristiques spectrales respectivement du flux incident et du système photodétecteur. Puisque l'ancienne Norme internationale (ISO 5-1974) pour la mesure de la densité diffuse était basée sur l'usage de la sphère d'intégration, il peut être souhaitable d'indiquer la méthode sur laquelle est basée la mesure des densités en ajoutant l'indication «sphère» ou «opale» dans la dénomination, par exemple «densité diffuse (sphère) ISO». Des matières autres que du verre opale peuvent être utilisées pourvu que leurs caractéristiques de diffusion satisfassent aux conditions de la présente Norme internationale.

1) Méthode d'Halbertsma: La lumière incidente est normale à la surface. Pour différents angles d'observation θ , on porte en abscisses les intensités lumineuses (en pourcentage par rapport à l'intensité suivant la normale) et en ordonnées $(1 - \cos \theta)$. Pour un objet parfaitement diffusant, la courbe résultante est une ligne droite. Le rapport des surfaces délimitées par les axes de coordonnées et la courbe représentative pour un objet donné et pour un diffuseur parfait par réflexion appelé «coefficient de diffusion» de cet objet.

2) La lecture des faibles densités est très sensible aux variations du facteur de luminance élargi, absolu, par réflexion, du diffuseur, à cause de son influence sur les interrélaxions qui ont lieu entre cet échantillon et la surface du diffuseur. Il est recommandé que la surface du diffuseur du côté de l'échantillon soit polie pour permettre le nettoyage. L'autre surface peut être granuleuse.

3) La relation entre le nombre d'ouverture et le demi-angle (κ) au sommet d'un cône de rayon formant un point image est:

$$\text{nombre d'ouverture} = \frac{1}{2 n \sin \kappa}$$

où n est l'indice de réfraction de l'espace image.

5 Densité instrumentale par projection, normalisée ISO

5.1 Fenêtre de champ

La fenêtre de champ doit rester petite comparée au reste du système optique, afin de limiter les variations des conditions géométriques. Son diamètre ne doit pas être supérieur à un sixième de celui de l'ouverture représentant la pupille d'entrée de l'objectif de projection ni inférieur à 0,5 mm.

Idéalement le flux incident devrait être uniforme sur toute la surface de la fenêtre de champ. Lorsque cette fenêtre est balayée par un photomètre ayant une réponse uniforme sur un angle de champ d'au moins 20°, et une réponse uniforme sur une surface circulaire de mesure dont le diamètre est le quart de celui de la fenêtre de champ, le flux mesuré en chaque point de cette fenêtre, doit être égal à la valeur maximale à 10 % près.

5.2 Type $f/4,5$

La distribution angulaire de la luminance énergétique du flux incident et la distribution angulaire de la sensibilité du récepteur (y compris les effets de tous filtres, objectifs et autres composants optiques) doivent être uniformes à ± 10 % près pour tous les angles compris entre 0° et $6,4^\circ \pm 0,2^\circ$,³⁾ à partir de l'axe optique. Cette distribution angulaire simule un système de projection idéal, ouvert à $f/4,5$.

5.3 Type $f/1,6$

La distribution angulaire de la luminance énergétique du flux incident et la distribution angulaire de la sensibilité du récepteur (y compris les effets de tous les filtres, objectifs et autres composants optiques) doivent être uniformes à ± 10 % près, pour tous les angles compris entre 0° et $18,2^\circ \pm 1,0^\circ$, à partir de l'axe optique. Cette distribution angulaire simule un système de projection idéal, ouvert à $f/1,6$.

5.4 Uniformité de la géométrie du flux incident

Lorsque la distribution angulaire de la luminance énergétique incidente est analysée avec un photomètre ayant une réponse uniforme (à ± 10 %) dans un cône de demi-angle au sommet

de 2° , la luminance énergétique pour toute direction à l'intérieur du cône spécifié pour le flux incident doit être égale à la valeur maximale à 10 % près. À l'extérieur de ce cône, le flux doit être inférieur à 2 % de la valeur maximale à l'intérieur du cône.

5.5 Uniformité de la géométrie du flux émergent

Lorsque la distribution angulaire de la sensibilité du récepteur est analysée à l'aide d'un petit faisceau conique de demi-angle au sommet de 2° , la sensibilité pour toute direction à l'intérieur du cône spécifié pour le flux émergent doit être égale à la valeur maximale à 10 % près. À l'extérieur de ce cône, le flux doit être inférieur à 2 % de la valeur maximale à l'intérieur du cône.

5.6 Dénomination

Les valeurs de densité obtenues en observant la spécification pour le type $f/4,5$ ci-dessus, peuvent être appelées « densité instrumentale par projection type $f/4,5$ normalisée ISO » ou simplement « densité $f/4,5$ ISO ». En notation fonctionnelle, elles s'écrivent $D_T(6,4^\circ; S_H: 6,4^\circ; s)$. Les densités par projection type $f/1,6$ sont désignées par $D_T(18,2^\circ; S_H: 18,2^\circ; s)$.

6 Bibliographie

WALSH, J.W.T. *Photometry*. New York: Dover Publications, 3^e éd., 1965. (Londres: Constable and Co., 3^e éd., 1958.)