



## Photographie — Mesurage des densités — Partie 3: Conditions spectrales

*Photography — Density measurements — Part 3: Spectral conditions*

Première édition — 1984-08-15

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

[ISO 5-3:1984](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20d97d07-160d-462e-9205-dd7ee0526176/iso-5-3-1984>

---

CDU 771.534.531

Réf. n° : ISO 5/3-1984 (F)

**Descripteurs** : photographie, mesurage de densité, spécification, méthode densitométrique.

## 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 correspondant. 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.

La Norme internationale ISO 5/3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 42, *Photographie*, et a été soumise aux comités membres en décembre 1982.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée:

Afrique du Sud, Rép. d'  
Allemagne, R.F.  
Australie  
Belgique  
Égypte, Rép. arabe d'  
France

Hongrie  
Italie  
Japon  
Mexique  
Pays-Bas  
Pologne

ISO 5-3:1984

Royaume-Uni

Tchécoslovaquie

URSS

USA

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

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

# Photographie — Mesurage des densités — Partie 3: Conditions spectrales

## 0 Introduction

La présente Norme internationale fait partie d'une série de normes spécifiant les conditions spectrales applicables en densitométrie dans le domaine de la photographie en noir et blanc et en couleur.

Pour définir complètement une valeur de densité, il est nécessaire de spécifier à la fois les conditions géométriques et spectrales du système de mesure. Les conditions géométriques sont décrites dans l'ISO 5/2 pour la densité instrumentale par transmission et dans l'ISO 5/4 pour la densité instrumentale par réflexion. La présente partie de l'ISO 5 spécifie les conditions spectrales à la fois pour la transmission et la réflexion. Elle constitue une révision des conditions spectrales décrites dans la première édition de l'ISO 5, mais a été élargie pour inclure d'autres types de spectres couramment utilisés en photographie.

En photographie, la densité optique est une mesure de la modulation de la lumière ou d'un autre flux énergétique produite par une surface donnée d'un film photographique ou d'un tirage. La mesure des densités est intéressante pour plusieurs raisons. Il peut s'avérer nécessaire d'apprécier si une image est claire ou foncée, de prédire l'effet d'un film dans une opération de tirage photographique, ou de mesurer la quantité de colorant dans l'image pour contrôler un traitement couleur. Si c'est le résultat visuel qui importe, les conditions spectrales de la mesure doivent simuler un éclairage approprié et la sensibilité spectrale de l'œil. Dans le cas d'opérations de tirage, il convient de simuler la distribution spectrale de la source lumineuse utilisée pour le tirage et la sensibilité spectrale du matériau de tirage. S'il s'agit d'évaluer un original pour procéder à une séparation trichrome, il conviendra de simuler la source d'éclairage, la sensibilité spectrale du film servant à la séparation et la transmission spectrale des trois filtres de séparation.

On a souvent recours à certains types de mesures de densité pour tracer des courbes sensitométriques en vue de caractériser les propriétés photographiques des films ou des papiers. Les mesures de densité permettent en outre un contrôle continu d'opérations photographiques telles que le traitement.

La distribution spectrale du flux incident spécifiée pour les mesures par transmission diffère de celle spécifiée pour les mesures par réflexion. Une source à filament de tungstène, connue sous le nom d'illuminant A normalisé par la CIE, adopté en 1931 par la Commission Internationale de l'Éclairage, est spécifiée pour les mesures par réflexion. Cet illuminant est mondialement utilisé comme source à incandescence normalisée pour les mesures de la couleur. Son emploi est recommandé en densitométrie, car les laboratoires nationaux de nor-

malisation sont généralement équipés pour faire des mesures spectrophotométriques et des calculs colorimétriques de facteurs visuels de réflexion basés sur l'illuminant A normalisé par la CIE, ce qui facilite l'obtention d'étalons physiques pour la densitométrie par réflexion.

Pour les mesures par transmission, la distribution spectrale du flux incident est l'illuminant A normalisé par la CIE, modifié par un filtre infra-rouge classique pour protéger l'échantillon et le système optique de la chaleur.

La définition de la densité visuelle adoptée dans la présente Norme internationale diffère légèrement de celle de l'édition antérieure. Il était spécifié, pour le flux incident, une température de distribution de 3 000 K et une sensibilité spectrale du récepteur identique à la courbe d'efficacité lumineuse relative en vision photopique de la CIE, qui définit l'observateur normalisé en photométrie. L'illuminant A normalisé par la CIE à maintenant été adopté pour le flux incident réel dans les mesures par réflexion et pour la définition des produits spectraux aussi bien pour les mesures par réflexion que par transmission. Ainsi, pour la première fois, les conditions spectrales de mesure de la densité visuelle sont en parfait accord avec les conditions spectrales internationalement adoptées en photométrie et en colorimétrie pour la mesure des facteurs de luminance élargis, par réflexion ou par transmission. Il faut cependant souligner que la plupart des équipements de mesure des couleurs ne disposent pas des conditions géométriques spécifiées pour la densitométrie normalisée. Bien que, pour tenir compte d'une température de distribution de 2 856 K au lieu de 3 000 K, on puisse être amené à assigner de nouvelles valeurs différentes suivant la longueur d'onde, aux étalons de densités visuelles, la nouvelle température est plus représentative de l'éclairage employé dans les densitomètres d'usage courant.

De nombreuses normes de densité instrumentale par réflexion, spécifient l'usage du sulfate de baryum comme norme de référence. Cependant le sulfate de baryum compressé est fragile, variable d'un lot de poudre à l'autre, variable d'un pressage à l'autre, et le facteur de réflexion varie de façon appréciable dans les premiers jours après pressage.

En 1969, la Commission internationale de l'éclairage a recommandé que tous les facteurs de luminance élargis, par réflexion, et donc les densités instrumentales correspondantes, soient mesurés par rapport à un matériau parfait du point de vue réflexion et du point de vue diffusion. Les densitomètres par réflexion sont presque toujours étalonnés au moyen d'étalons secondaires en métal émaillé. Ces étalons secondaires sont étalonnés par rapport à des étalons primaires eux-mêmes étalonnés par des méthodes absolues dans les laboratoires nationaux de normalisation.

## 1 Objet et domaine d'application

La présente partie de l'ISO 5 spécifie les conditions spectrales pour le mesurage de différents types de densités utilisées en photographie pour l'évaluation des images développées en noir et blanc ou en couleurs, sur films, papiers ou plaques.

## 2 Références

ISO 5, *Photographie — Mesurage des densités —*

*Partie 1: Termes, symboles et notations.*

*Partie 2: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par transmission.*<sup>1)</sup>

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

Publication CIE n° 15 — *Colorimétrie*, 1971.

## 3 Définition

**illuminant normalisé A de la CIE:** Le flux émis par une lampe à filament de tungstène en atmosphère gazeuse opérant à une température de distribution de 2 856 K basée sur la seconde constante de Planck ( $c_2 = 1,438 8 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{K}$ ).

## 4 Distribution spectrale du flux incident, $S$

Pour définir parfaitement du point de vue spectral un type de densité, il importe de spécifier la source d'éclairage, l'optique et la réponse spectrale du système de mesure. Le flux incident est le flux énergétique atteignant la surface de l'échantillon ou la fenêtre de champ. Il est fonction de la source d'énergie et du système optique.

La source de base pour la densitométrie est l'illuminant A normalisé par la CIE (voir chapitre 3).

Dans certains densitomètres par réflexion et dans presque tous ceux par transmission, il est nécessaire d'ajouter un filtre anti-calorique sur le flux incident pour protéger l'échantillon et les éléments de l'optique. Si le filtre ne change par la distribution énergétique relative de l'illuminant A pour des longueurs d'onde inférieures à 550 nm, aucune fluorescence significative ne devrait être observée.

### 4.1 Densitométrie par réflexion ( $S_A$ )

Pour le mesurage des densités par réflexion, la distribution spectrale énergétique, en valeurs relatives, du flux incident doit être celle de l'illuminant A normalisé par la CIE qui est donnée dans le tableau 1 sous la dénomination  $S_A$  qui est son symbole utilisé en notation fonctionnelle.

**Tableau 1 — Illuminants ISO pour densitomètres (flux incident)**

(Distribution spectrale énergétique, en valeurs relatives normalisées à 100 pour 560 nm)

Longueur d'onde nm	Illuminant pour densitomètre par transmission $S_H$	Illuminant pour densitomètre par réflexion $S_A$
340	4	4
350	5	5
360	6	6
370	8	8
380	10	10
390	12	12
400	15	15
410	18	18
420	21	21
430	25	25
440	29	29
450	33	33
460	38	38
470	43	43
480	48	48
490	54	54
500	60	60
510	66	66
520	72	72
530	79	79
540	86	86
550	93	93
560	100	100
570	107	107
580	111	114
590	115	122
600	116	129
610	119	136
620	117	144
630	113	151
640	107	158
650	102	165
660	94	172
670	89	179
680	80	185
690	72	192
700	62	198
710	53	204
720	45	210
730	37	216
740	31	222
750	24	227
760	19	232
770	15	237

### 4.2 Densitométrie par transmission ( $S_H$ )

Pour le mesurage des densités par transmission, la distribution spectrale énergétique, en valeurs relatives, du flux incident doit être celle donnée dans le tableau 1 sous la dénomination  $S_H$ , qui est son symbole utilisé en notation fonctionnelle. Elle est basée

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 5-1974.)

sur la distribution spectrale énergétique de l'illuminant A normalisé par la CIE, modifiée dans la région infra-rouge pour protéger l'échantillon et le système optique d'une chaleur excessive, qui est caractéristique de la plupart des densitomètres par transmission.

**4.3 Conditionnement des échantillons**

Quelques produits peuvent changer de densité en fonction de la température et de l'humidité relative. En conséquence, pour éviter toute ambiguïté, l'échantillon doit être à 23 ± 2 °C et à 50 ± 5 % d'humidité relative lorsqu'on mesure la densité ISO.

**5 Réponse spectrale, *s***

La réponse spectrale d'un densitomètre est fonction de la sensibilité spectrale du système photosensible, et du facteur spectral de transmission de ses éléments optiques munis des filtres correspondants. Théoriquement, il est souhaitable que cette réponse spectrale soit identique à la sensibilité du récepteur (œil, papier photographique, etc.) employé dans les applications pratiques du produit.

**6 Produits spectraux**

Si l'on multiplie l'énergie spectrale du spectre du flux incident, *S*, par la réponse spectrale du récepteur, *s*, longueur d'onde par longueur d'onde, on obtient les produits spectraux. S'il n'y a pas de fluorescence dans les éléments optiques ni dans l'échantillon, il n'est pas nécessaire de spécifier séparément les caractéristiques spectrales du flux incident et du récepteur, pour autant que les produits spectraux corrects soient obtenus. Le produit spectral pour un densitomètre peut être représenté par

$$\Pi = Ss$$

où

*S* est l'énergie spectrale relative du flux incident;

*s* est la réponse spectrale relative du récepteur.

**7 Notation**

L'ISO 5/1 spécifie une notation fonctionnelle sous la forme suivante: *D* (*G* ; *S* : *g* ; *s*), où *G* et *g* symbolisent la géométrie du flux incident et la géométrie du flux émergent respectivement. Puisque la présente partie de l'ISO 5 ne s'intéresse qu'aux conditions spectrales, la notation est abrégée en *D* (*S* : *s*). Une destruction peut être introduite entre la densité par réflexion (*D<sub>R</sub>*) et la densité par transmission (*D<sub>T</sub>*) au moyen d'une lettre souscrite.

**8 Types de densités**

Plusieurs types spectraux de densitométrie sont utilisés pour évaluer les matériaux photographiques. Ils sont définis en termes de logarithmes des produits spectraux spécifiés à des inter-

valles de 10 nanomètres (nm). Les valeurs des produits spectraux, *Π*, sont obtenues en multipliant les valeurs relatives de l'énergie spectrale de l'illuminant du densitomètre, *S*, tous les 10 nm, par les valeurs relatives de réponse spectrale du récepteur, *s*, dans une fourchette adéquate de longueurs d'ondes. Les produits résultants sont normalisés à 100,000 pour la valeur maximale. Les logarithmes décimaux de ces valeurs sont utilisés dans la présente Norme internationale pour définir les différents types spectraux.

**Tableau 2 — log<sub>10</sub> des produits spectraux pour les densités visuelles ISO type 1 et type 2**  
(Normalisés à 5,000 pour le maximum)

Longueur d'onde nm	<i>Π<sub>V</sub></i> (Visuel)	<i>Π<sub>1</sub></i> (Type 1)	<i>Π<sub>2</sub></i> (Type 2)
340			< 1,000
350			2,708
360		< 1,000	4,280
370		1,640	4,583
380		2,860	4,760
390		4,460	4,851
400	< 1,000	5,000	4,916
410	1,322	4,460	4,956
420	1,914	2,860	4,988
430	2,447	1,640	5,000
440	2,811	< 1,000	4,990
450	3,090		4,951
460	3,346		4,864
470	3,582		4,743
480	3,818		4,582
490	4,041		4,351
500	4,276		3,993
510	4,513		3,402
520	4,702		2,805
530	4,825		2,211
540	4,905		< 1,000
550	4,957		
560	4,989		
570	5,000		
580	4,989		
590	4,956		
600	4,902		
610	4,827		
620	4,731		
630	4,593		
640	4,433		
650	4,238		
660	4,013		
670	3,749		
680	3,490		
690	3,188		
700	2,901		
710	2,622		
720	2,334		
730	2,041		
740	1,732		
750	1,431		
760	1,146		
770	< 1,000		

**Tableau 3 — Status A —  $\log_{10}$  des produits spectraux  $\Pi_A$**   
(Normalisés à 5,000 pour le maximum)

Longueur d'onde ( $\lambda$ ) nm	Bleu	Vert	Rouge			
400	↑ pente = 0,380/nm	↑	↑			
410						
420				3,602		
430				4,819		
440				5,000	↑ pente = 0,220/nm	↑ pente = 0,270/nm
450				4,912		
460				4,620		
470				4,040		
480				2,989		
490				1,566		
500	0,165	1,650				
510	↓ pente = -0,140/nm	3,822				
520		4,782				
530		5,000				
540		4,906				
550		4,644	↑			
560		4,221				
570		3,609				
580		2,766				
590		1,579				
600		↓		↓ pente = -0,170/nm	2,568	
610	4,638					
620	5,000					
630	4,871					
640	4,604					
650	4,286					
660	3,900					
670	3,551					
680	3,165					
690	2,776					
700	2,383	↓	2,383			
710	1,970					
720	1,551					
730	1,141					
740	0,741					
750	0,341		0,341			
			↓ pente = -0,040/nm			

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 5-3:1984

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20d97d07-160d-4628-9205-dd7ee0526176/iso-5-3-1984>

**8.1 Densité visuelle ISO,  $D_T (S_H : V_T)$ ,  $D_R (S_A : V)$**

Pour évaluer si une image destinée à être regardée directement ou par projection est plus ou moins foncée, on mesure la densité visuelle. De telles mesures sont le plus souvent faites sur des images noir et blanc, mais peuvent aussi être faites sur d'autres types d'images.

Pour la densité par réflexion, la sensibilité spectrale combinée du récepteur et les composants du flux sortant du densitomètre doivent correspondre à l'efficacité lumineuse spectrale en vision photopique,  $V(\lambda)$ <sup>1)</sup>. Le produit de  $V(\lambda)$  par  $S_A$ , pour chaque longueur d'onde, définit les produits spectraux que doit présenter l'ensemble du densitomètre pour fournir les densités visuelles ISO. Les logarithmes des produits sont donnés dans le tableau 2.

Les produits spectraux requis pour la mesure de la densité visuelle par transmission sont les mêmes que pour la densité par réflexion. Toutefois, le flux incident étant différent, la réponse spectrale du récepteur,  $V_T$ , doit compenser cela pour que  $S_H V_T = S_A V$  à chaque intervalle de 10 nm.

**8.2 Densités ISO status A**

Par transmission  $D_T(S_H : A_B)$ ,  $D_T(S_H : A_G)$ ,  $D_T(S_H : A_R)$ .

Par réflexion  $D_R(S_A : A'_B)$ ,  $D_R(S_A : A'_G)$ ,  $D_R(S_A : A'_R)$ .

Les densités status A sont mesurées pour évaluer les densités dans les régions bleue, verte et rouge du spectre, pour les films et tirages destinés à être regardés directement ou par projection. Les logarithmes des produits spectraux pour l'appareil complet doivent être conformes aux valeurs du tableau 3.

1) Voir Publication CIE n° 15. Les valeurs de  $V(\lambda)$  sont celles adoptées en 1933 par le Comité International des Poids et Mesures.

**Tableau 4 – Status M – log<sub>10</sub> des produits spectraux  $\Pi_M$**   
(Normalisés à 5,000 pour le maximum)

Longueur d'onde (λ) nm	Bleu	Vert	Rouge			
400	↑ pente = 0,250/nm	↑ pente = 0,106/nm	↑ pente = 0,260/nm			
410				2,103		
420				4,111		
430				4,632		
440				4,871		
450				5,000		
460				4,955		
470				4,743	1,152	
480				4,343	2,207	
490				3,743	3,156	
500	2,990	3,804				
510	1,852	4,272				
520	↓ pente = -0,220/nm	4,626				
530		4,872				
540		5,000				
550		4,995				
560		4,818				
570		4,458				
580		3,915				
590		3,172				
600		2,239				
610		1,070				
620	↓ pente = -0,120/nm	↓ pente = -0,120/nm	2,109			
630			4,479			
640			5,000			
650			4,899			
660			4,578			
670			4,252			
680			3,875			
690			3,491			
700			3,099			
710			2,687			
720	2,269					
730	1,859					
740	1,449					
750	1,054					
760	0,654					
770	0,254					
			↓ pente = -0,040/nm			

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 5-3:1984  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/20d97d07-160d-462e-9205-dd7ee0526176/iso-5-3-1984>

Dans la notation fonctionnelle, on doit utiliser les symboles  $A_B$ ,  $A_G$  et  $A_R$  pour les réponses spectrales dans le bleu, vert et rouge, du status A par transmission. De même,  $A'_B$ ,  $A'_G$  et  $A'_R$  représentent les réponses spectrales du status A par réflexion.

**8.3 Densités ISO status M**

Par transmission  $D_T(S_H : M_B)$ ,  $D_T(S_H : M_G)$ ,  $D_T(S_H : M_R)$ .

Les densités status M sont le plus souvent utilisées pour évaluer les produits photographiques en couleurs destinés à être tirés, comme par exemple les films négatifs couleur. Les logarithmes des produits spectraux doivent être conformes aux valeurs du tableau 4. On doit utiliser les symboles  $M_B$ ,  $M_G$ ,  $M_R$  pour désigner les sensibilités spectrales du status M par transmission.

**8.4 Densité ISO status T**

Par transmission  $D_T(S_H : T_B)$ ,  $D_T(S_H : T_G)$ ,  $D_T(S_H : T_R)$ .

Par réflexion  $D_R(S_A : T'_B)$ ,  $d_R(S_A : T'_G)$  et  $D_R(S_A : T'_R)$ .

Pour évaluer la modulation produite par une image, à partir de laquelle on doit exécuter une séparation de couleurs pour un procédé trichrome. Pour les densités status T, les logarithmes des produits spectraux doivent être conformes aux valeurs du tableau 5. Dans la notation fonctionnelle, on doit utiliser les symboles  $T_B$ ,  $T_G$  et  $T_R$  pour les sensibilités spectrales dans le bleu, le vert et le rouge. De même,  $T'_B$ ,  $T'_G$  et  $T'_R$  désignent les réponses spectrales pour la densitométrie status T par réflexion.

Tableau 5 — Status T —  $\log_{10}$  des produits spectraux  $\Pi_T$   
(Normalisés à 5,000 pour le maximum)

Longueur d'onde nm	Bleu	Vert	Rouge
340	< 1,000		
350	1,000		
360	1,301		
370	2,000		
380	2,477		
390	3,176		
400	3,778		
410	4,230		
420	4,602		
430	4,778		
440	4,914		
450	4,973		
460	5,000		
470	4,987	< 1,000	
480	4,929	3,000	
490	4,813	3,699	
500	4,602	4,447	
510	4,255	4,833	
520	3,699	4,964	
530	2,301	5,000	
540	1,602	4,944	
550	< 1,000	4,820	< 1,000
560		4,623	1,000
570		4,342	1,778
580		3,954	2,653
590		3,398	4,477
600		2,845	5,000
610		1,954	4,929
620		1,000	4,740
630		< 1,000	4,398
640		< 1,000	4,000
650			3,699
660			3,176
670			2,699
680			2,477
690			2,176
700			1,699
710			1,000
720			< 1,000

### 8.5 Densité de tirage<sup>1)</sup>

Les conditions spectrales nécessaires pour mesurer la densité de tirage d'un produit photographique déjà développé, sont fonction de la distribution spectrale énergétique de l'illuminant, des caractéristiques spectrales du système optique et de la sensibilité spectrale du matériau de tirage. La densité de tirage par contact d'un échantillon de film est égale à la densité par transmission d'un modulateur non sélectif qui produit le même résultat sur le matériau de tirage lorsqu'ils sont tirés par contact en même temps.

Dans le cas de la densité de tirage par projection, le film à mesurer doit être tiré par projection. Le modulateur est cependant

tiré par contact sur le produit de tirage. Le temps d'exposition et l'intensité de la lampe doivent être les mêmes pour les deux tirages.

Les caractéristiques spectrales d'un densitomètre peuvent être conçues, par un choix approprié de la source lumineuse, des filtres et de l'élément sensible, de façon à fournir directement les densités de tirage pour un matériau de tirage particulier. Cependant, dans la plupart des cas, il est possible de faire une corrélation entre les densités lues sur un densitomètre du commerce et les densités de tirage en utilisant un système d'équations obtenues par une analyse par régression.

1) Voir *The theory of the photographic process*, 3<sup>e</sup> édition, Mees and James, page 453, MacMillan Co., 1971.



### 8.5.1 Densité ISO Type 1, $D_T(S_H : s_1)$

Les films diazoïques et vésiculaires sont largement utilisés dans l'industrie du microfilm pour faire des tirages à partir d'images originales ou de copies ultérieures. Ces produits sont normalement sensibles dans l'ultraviolet et le bleu. Ils sont généralement exposés sur des tireuses munies de lampes à vapeur de mercure. Il a été déterminé qu'avec cette combinaison de film et de source lumineuse, les densités mesurées sur les originaux à l'aide d'un densitomètre muni d'un filtre à bande passante étroite et transmission maximale à 400 nm, étaient les densités utiles pour ce tirage. La sensibilité spectrale effective de ces matériaux de tirage est appelée  $s_1$ . Les densités mesurées avec un densitomètre dont les logarithmes des produits spectraux correspondent aux valeurs données dans la colonne  $\log_{10} \Pi_1$  du tableau 2 sont appelées densités type 1. Toutefois, la précision avec laquelle un tel densitomètre mesure les densités de tirage dépend de la sensibilité du produit de tirage et des caractéristiques géométriques de la tireuse.

### 8.5.2 Densité ISO Type 2, $D_T(S_H : s_2)$

Si le tirage est fait sur un matériau photographique argentique achrome (par exemple un film ou un papier noir et blanc) les logarithmes des produits spectraux doivent être conformes aux valeurs de la colonne  $\log_{10} \Pi_2$  du tableau 2. Ces valeurs ont été obtenues en utilisant la sensibilité spectrale moyenne d'un matériau de tirage, modifiée par la transmission d'un filtre absorbant l'ultraviolet avec une coupure abrupte à 360 nm. La sensibilité résultante est appelé  $s_2$ . Le filtre a été incorporé pour minimiser les effets dus aux variations dans les optiques des systèmes de tirage et à la bande d'absorption des couches argentiques à 320 nm. En multipliant les valeurs des sensibilités spectrales par la distribution relative spectrale énergétique de l'illuminant, on obtient les valeurs des produits spectraux nécessaires pour qu'un densitomètre fournisse les densités de tirage directement à partir du matériau qui doit être tiré.

### 8.6 Densité ISO Type 3, $D_T(S_H : s_3)$

Les enregistrements sonores photographiques sur films en couleurs, comportant trois couches qui opèrent en synthèse soustractive et dont l'image est constituée de colorants et d'argent ou de sels métalliques, sont souvent reproduits à l'aide d'un lecteur muni d'une surface photosensible de type S-1. Un densitomètre muni d'un filtre à bande passante étroite et transmission maximale à 800 nm est utilisé pour analyser ce type de piste sonore. La sensibilité spectrale effective pour ce système est désignée  $s_3$ . Par conséquent, la présente Norme internationale attribue la désignation type 3 aux densités obtenues avec un densitomètre ayant une largeur de bande de réponse de 20 nm centrée sur  $800 \pm 5$  nm, avec au moins 80 % de la réponse totale à l'intérieur de cette bande de 20 nm. La largeur de bande est délimitée par les deux longueurs d'ondes pour lesquelles la réponse atteint la moitié de la réponse maximale.

### 8.7 Densité monochromatique, $D_\lambda$

Une mesure en lumière monochromatique peut offrir certains avantages pour l'étalonnage des appareils ou pour l'analyse des systèmes colorés à plusieurs composants. Elle élimine les

erreurs pouvant intervenir lors de l'étalonnage des composants du densitomètre dans le spectre entier et fournit une méthode pour évaluer leur efficacité et leur étalonnage.

La présente Norme internationale spécifie l'utilisation des raies d'émission du mercure (436 et 546 nm) et du cadmium (644 nm). Leurs densités spectrales sont désignées comme suit :

Densité ISO monochromatique bleue  $D_{436}$

Densité ISO monochromatique verte  $D_{546}$

Densité ISO monochromatique rouge  $D_{644}$

**8.8** Des produits spectraux dits « bande étroite » devraient être utilisés pour minimiser l'amplitude des erreurs que l'on peut attribuer aux variations dans les lampes, les filtres et les récepteurs. Les densités mesurées sont proches des densités monochromatiques pour la longueur d'onde centrale du produit spectral. Lorsqu'on utilise de telles densités, la densité de couches absorbantes superposées en contact optique approche la somme des densités des couches individuelles.

Un produit spectral est considéré comme « bande étroite » si sa distribution est suffisamment limitée en longueur d'onde pour que les densités mesurées ne soient pas modifiées de façon significative par des variations dans la forme de cette distribution. Elle est décrite par la longueur d'onde du maximum et par l'intervalle de longueur d'onde pour lequel sa valeur est supérieure à la moitié du maximum.

En notation fonctionnelle, ces conditions spectrales sont données dans cet ordre, séparées par une virgule. Par exemple, si la distribution spectrale du flux incident est  $S_\lambda$  et si la sensibilité spectrale du récepteur est maximale pour 560 nm avec une largeur de bande de 20 nm, on écrit  $D_T(S_\lambda : 560 \text{ nm}, 20 \text{ nm})$ .

## 9 Tolérances spectrales

Les écarts admissibles, pour un densitomètre, par rapport aux conditions spectrales spécifiées dépendent de la nature spectrale des matériaux à mesurer. Pour des matériaux parfaitement neutres et non fluorescents, les variations dans les conditions spectrales n'ont pas d'effet. Les matériaux très colorés ou fluorescents demandent une parfaite conformité aux conditions spécifiées. À partir de quelques échantillons des matériaux à mesurer, un laboratoire de normalisation peut mesurer la modulation spectrale (facteur spectral de luminance élargi, par transmission ou par réflexion) de ces échantillons et calculer les densités que doit indiquer un densitomètre offrant les conditions spectrales spécifiées. La géométrie du système spectrophotométrique utilisé pour ces étalonnages doit être semblable à celle de la densitométrie correspondante. Le spectre du flux incident doit être spécifié pour éviter les erreurs dues aux effets de la fluorescence. Si les valeurs indiquées par un densitomètre sont à  $\pm 0,03$  ou  $\pm 3$  % (la valeur la plus grande étant applicable) des valeurs-étalons calculées pour les produits en question, on peut considérer que les conditions spectrales de la présente Norme internationale sont correctement satisfaites. Dans ce cas, les mesures peuvent s'accompagner des désignations ISO visuel, ISO status A, M ou T, et ISO type 1, 2 ou 3.