

---

Norme internationale



6728

---

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

---

**Photographie — Objectifs photographiques —  
Détermination de l'indice ISO de contribution à la couleur  
des images (ISO/CCI)**

*Photography — Camera lenses — Determination of ISO colour contribution index (ISO/CCI)*

Première édition — 1983-07-01

**(standards.iteh.ai)**

ISO 6728:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aa5c0502-f42d-4734-a8e0-356409ad7e10/iso-6728-1983>

---

CDU 771.351 : 681.7.013

Réf. n° : ISO 6728-1983 (F)

Descripteurs : photographie, appareil photographique, lentille photographique, détermination, couleur, sensibilité.

Prix basé sur 7 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 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 6728 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 42, *Photographie*, et a été soumise aux comités membres en juin 1981.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

[ISO 6728:1983](#)

Afrique du Sud, Rép. d'  
Allemagne, R.F.  
Australie  
Belgique  
Canada

Espagne  
France  
Italie  
Japon  
Mexique

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aa5c0502-f42d-4734-a8e0-356409411e1e/iso-6728-1983>  
Pays-Bas  
Royaume-Uni  
URSS  
USA

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

# Photographie — Objectifs photographiques — Détermination de l'indice ISO de contribution à la couleur des images (ISO/CCI)

## 0 Introduction

La balance de couleur finale d'une image enregistrée à l'aide d'un appareil photographique dépend des caractéristiques spectrales de l'ensemble film et traitement, de la source de lumière et du système optique. Ces trois éléments sont produits par un grand nombre de fabricants dans le monde, mais ils devraient être interchangeables sans effet néfaste sur les images qu'elles soient tirées sur papier ou sous forme de diapositives. Pour cela, des normes communes doivent être établies pour chaque élément et la dispersion des productions doit être strictement contrôlée.

La présente Norme internationale concerne les composants optiques des systèmes photographiques c'est-à-dire, dans la plupart des cas, l'objectif. Elle décrit les caractéristiques spectrales d'un objectif photographique moyen ISO et une méthode pour déterminer la contribution d'objectifs spectralement différents à la couleur de l'image finale. La méthode suppose que le film possède la sensibilité spectrale d'un film couleur moyen et que la source de lumière est la « lumière du jour photographique ». Les valeurs de la transmission spectrale de l'objectif photographique moyen peuvent être considérées comme le but à atteindre par les fabricants d'objectifs.

Avant la parution de la présente Norme internationale, la contribution des objectifs à la couleur des images était déterminée par la procédure basée sur les densités spectrales, alors que la procédure dans la présente Norme internationale est basée sur le logarithme du facteur de transmission. Cette Norme internationale utilise aussi une valeur mise à jour pour la sensibilité spectrale moyenne des films couleur. Pour toutes ces raisons, les valeurs de l'indice de contribution à la couleur des images (CCI) obtenues par l'application de la présente Norme interna-

tionale ne peuvent pas être comparées avec celles obtenues avant 1980 par d'autres méthodes. La présentation sous forme 0/5/4, à la place de 5-0-1, indique que les valeurs ont été obtenues par application de la présente Norme internationale.

Les annexes donnent les informations supplémentaires sur ce sujet.

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale décrit une méthode pour déterminer et chiffrer la contribution d'un objectif photographique à la couleur finale d'une photographie. La procédure peut aussi s'appliquer aux autres éléments optiques de l'appareil photographique.

## 2 Références

ISO 5/1, *Photographie — Mesure des densités — Partie 1: Termes, symboles et notations pour les densités par réflexion et par transmission.*<sup>1)</sup>

ISO 2239, *Photographie — Sources de lumière destinées à l'exposition sensitométrique — Reproduction de la distribution spectrale de la lumière du jour.*

ISO 3028, *Photographie — Source de la lumière éclair pour photographie — Détermination de l'indice de distribution spectrale.*<sup>2)</sup>

Publication CIE n° 15 (E-1.3.1), *Colorimétrie — Recommandations officielles de la Commission internationale de l'éclairage.*

1) Actuellement au stade de projet.

2) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO 3028-1974.)

### 3 Définitions

**3.1 réponse photographique :** Réponse effective d'un film ou papier photographique à un flux d'énergie. Elle peut se représenter par l'équation :

$$R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_{\lambda} \tau(\lambda) s(\lambda) d\lambda \quad \dots (1)$$

où

- $R$  est la réponse photographique;
- $S_{\lambda}$  est la distribution spectrale énergétique de la source lumineuse;
- $\tau(\lambda)$  est le facteur spectral de transmission sur l'axe de l'objectif photographique (ou du système optique);
- $s(\lambda)$  est la sensibilité spectrale du film ou du papier;
- $\lambda$  est la longueur d'onde;
- $\lambda_1$  à  $\lambda_2$  est le domaine de longueur d'onde dans lequel le produit photographique est sensible.

**3.2 sensibilité spectrale (d'un film) :** Inverse de la quantité d'énergie de chaque longueur d'onde nécessaire pour produire une densité définie dans l'image finale.

**3.3 sensibilités spectrales pondérées :** Valeurs obtenues en combinant la sensibilité (en valeurs relatives) du film et la distribution d'énergie (en valeurs relatives) de la lumière du jour, de manière à simplifier la détermination de l'indice de contribution à la couleur des images.

**3.4 indice de contribution à la couleur des images (CCI) :** Ensemble de trois nombres qui décrit la variation de couleur de l'image finale qu'introduit un objectif par rapport à la couleur obtenue sans objectif.

## 4 Méthode d'essai

### 4.1 Principe

L'indice de contribution à la couleur des images d'un objectif photographique est calculé à partir de son facteur spectral de transmission et des sensibilités spectrales pondérées fournies dans la présente Norme internationale.

### 4.2 Facteur spectral de transmission d'un objectif

On doit tenir compte du facteur spectral de transmission du système optique d'un appareil photographique (comprenant des éléments tels que objectif, miroirs et filtres) pour évaluer sa contribution dans la couleur de l'image finale. La présente Norme internationale suppose que l'objectif est le seul élément

du système optique, car c'est le cas sur la plupart des appareils photographiques. Si d'autres éléments interviennent on doit prendre en considération l'effet spectral global de tous les composants.

Il faut déterminer le facteur spectral de transmission de l'objectif dans tout l'intervalle pour lequel le film considéré est réellement sensible. Pour cela il faut utiliser des monochromateurs fournissant une bande passante de 10 nm et une sphère d'intégration, ou son équivalent, pour mesurer le facteur spectral de transmission d'un objectif.

### 4.2.1 Objectif photographique moyen ISO

Les caractéristiques de transmission spectrales ont été mesurées en 1979 sur un lot de 57 objectifs du commerce utilisés sur les appareils de milieu de gamme et de haut de gamme. Les valeurs moyennes du facteur spectral de transmission sont données dans le tableau 1 et sont considérées comme étant celles de l'objectif moyen ISO.

## 4.3 Sensibilités spectrales pondérées

### 4.3.1 Illuminants

#### 4.3.1.1 Lumière du jour photographique

La plupart des films couleur sont fabriqués pour donner le meilleur résultat avec un éclairage à la lumière du jour photographique. La distribution spectrale énergétique de la lumière du jour naturelle varie avec l'heure, la position géographique et l'orientation des surfaces éclairées. De très nombreuses mesures radiométriques ont été faites sur cinq types différents de lumière du jour habituellement rencontrées. Les valeurs correspondant à une température de couleur de 5 500 K ont été choisies comme les plus appropriées à la photographie et cette lumière est désignée par  $D_{55}$ . C'est la condition habituelle lorsque le soleil est à 40° au-dessus de l'horizon, dans un ciel sans nuage. Les valeurs de la distribution énergétique relative à la lumière  $D_{55}$  sont données dans le tableau 1 et utilisées comme référence dans la présente Norme internationale.

#### 4.3.1.2 Lumières artificielles

Les lampes flash bleues et les flash électroniques sont normalement fabriqués pour produire le même résultat photographique que la lumière du jour, même si leur distribution énergétique relative est différente.

### 4.3.2 Sensibilité spectrale des films couleur

Certaines couches de film couleur sont principalement sensibles au bleu alors que d'autres sont principalement sensibilisées au vert et au rouge. Puisque les sensibilités spectrales relatives des couches varient selon les films, la couleur effective d'un objectif dépend du film utilisé. En 1977, une enquête a été faite parmi les fabricants du monde entier sur les sensibilités moyennes des films couleur type lumière du jour utilisés pour la photographie classique. Quatre fabricants ont envoyé des résultats dont la moyenne est utilisée comme référence dans la présente Norme internationale. Les valeurs des sensibilités spectrales relatives du film couleur moyen  $\bar{\tau}(\lambda)$  pour les couches sensibles

Tableau 1 — Données spectrales

Longueur d'onde	Facteur spectral de transmission de l'objectif moyen ISO (en valeurs relatives)	Distribution spectrale énergétique de la lumière du jour (en valeurs relatives) <sup>1)</sup>
( $\lambda$ ) nm	$\bar{\tau}$ ( $\lambda$ )	D <sub>55</sub>
350	0,00	28
360	0,07	31
370	0,23	34
380	0,42	33
390	0,60	38
400	0,74	61
410	0,83	69
420	0,88	72
430	0,91	68
440	0,94	86
450	0,95	98
460	0,97	100
470	0,98	100
480	0,98	103
490	0,99	98
500	0,99	101
510	1,00	101
520	1,00	100
530	1,00	104
540	1,00	102
550	1,00	103
560	1,00	100
570	1,00	97
580	1,00	98
590	0,99	91
600	0,99	94
610	0,99	95
620	0,98	94
630	0,98	90
640	0,97	92
650	0,97	89
660	0,96	90
670	0,95	94
680	0,94	90
690	0,94	80

1) Publication CIE n° 15 (E-1.3.1).

au bleu, au vert et au rouge, chacune normalisée à 100 pour la valeur du maximum, sont données dans le tableau 2.

**Tableau 2 — Sensibilité spectrale (en valeurs relatives) du film couleur moyen,  $\bar{s}(\lambda)$**   
(La sensibilité de chaque couche est normalisée à la valeur 100 pour le maximum.)

Longueur d'onde ( $\lambda$ ) nm	Bleu $\bar{s}_B(\lambda)$	Vert $\bar{s}_G(\lambda)$	Rouge $\bar{s}_R(\lambda)$
350	2		
360	5		
370	12		
380	26		
390	49	1	
400	71	1	
410	87	1	
420	97	1	
430	100	1	
440	87	1	
450	80	1	
460	68	1	
470	47	2	
480	25	3	
490	11	6	
500	4	9	
510	3	14	
520	1	20	
530		31	1
540		60	1
550		100	2
560		51	3
570		54	5
580		39	7
590		11	12
600		2	19
610			26
620			34
630			54
640			83
650			100
660			70
670			17
680			2

**4.3.3 Détermination des sensibilités spectrales pondérées**

Les caractéristiques spectrales d'un objectif peuvent être évaluées par l'effet global produit sur les différentes couches du film couleur moyen. L'effet sur les couches sensibles au bleu est appelé la réponse photographique bleue de l'objectif. La réponse photographique bleue (en valeurs relatives) du film couleur moyen à une source type  $D_{55}$ , sans objectif interposé, peut s'écrire :

$$\text{Réponse photographique bleue } R_B = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} D_{55} \bar{s}_B(\lambda) d\lambda \dots (2)$$

où

$D_{55}$  est la distribution spectrale énergétique relative de la lumière type  $D_{55}$ ;

$\bar{s}_B(\lambda)$  est la sensibilité spectrale relative des couches sensibles au bleu du film couleur type lumière du jour;

$\lambda_1$  à  $\lambda_2$  est le domaine de longueurs d'onde dans lequel les couches sensibles au bleu sont réellement sensibles.

On multiplie la quantité à intégrer par une constante  $K_B$  de façon à rendre la réponse bleue égale à 100, c'est-à-dire;

$$R_B = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} K_B D_{55} \bar{s}_B(\lambda) d\lambda = 100 \dots (3)$$

L'équation (3) peut s'écrire :

$$R_B = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} W_B(\lambda) d\lambda \dots (4)$$

où  $W_B(\lambda) = K_B D_{55} \bar{s}_B(\lambda)$

Les valeurs de  $W_B(\lambda)$  sont appelées sensibilités spectrales pondérées pour les couches sensibles au bleu. De la même manière on calcule les sensibilités pondérées pour les couches sensibles au vert  $W_G(\lambda)$  et au rouge  $W_R(\lambda)$  en égalant leur réponse photographique à 100. En d'autres termes, les facteurs de pondération sont tels que les réponses bleu, verte et rouge sont égales lorsqu'aucun objectif n'est interposé. Les valeurs de  $W_B$ ,  $W_G$  et  $W_R$  sont données dans le tableau 3.

**4.4 Réponse photographique avec un objectif**

La réponse photographique bleue (en valeurs relatives) du film couleur moyen à une lumière type  $D_{55}$ , en interposant un objectif, peut s'écrire :

$$R_B = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} W_B(\lambda) \tau(\lambda) d\lambda \dots (5)$$

où  $\tau(\lambda)$  est le facteur spectral de transmission (en valeurs relatives) de l'objectif. Pour des valeurs discrètes de  $W_B(\lambda)$  et  $\tau(\lambda)$ , la réponse bleue devient :

$$R_B = \sum W_B(\lambda) \tau(\lambda) \dots (6)$$

On détermine  $R_G$  et  $R_R$  de la même manière.

NOTE — Si un objectif est destiné à être utilisé avec un film ou type de film bien spécifié, il faut utiliser la sensibilité spectrale de ces films pour déterminer la réponse photographique de l'objectif ainsi utilisé. Puisque la transmission des objectifs varie surtout pour les courtes longueurs d'onde, les différences de sensibilité spectrales de films dans ce domaine sont généralement les plus importantes pour évaluer les effets des différents objectifs sur la couleur des images finales.

**4.5 Calcul de l'indice de contribution à la couleur d'une image (ISO/CCI)**

On multiplie les valeurs du facteur spectral de transmission (en valeurs relatives) d'un objectif, par les valeurs des sensibilités

**Tableau 3 — Valeurs des sensibilités spectrales pondérées  $W(\lambda)$  (pour être utilisées avec des facteurs de transmission)**

Longueur d'onde ( $\lambda$ ) nm	$W_B(\lambda)$	$W_G(\lambda)$	$W_R(\lambda)$
370	1		
380	1		
390	3		
400	7		
410	10		
420	12		
430	12		
440	13		
450	13		
460	12		
470	8	1	
480	4	1	
490	2	1	
500	1	2	
510	1	4	
520		5	
530		8	
540		15	
550		25	1
560		13	1
570		13	1
580		9	2
590		2	3
600		1	4
610			6
620			8
630			12
640			19
650			22
660			16
670			4
680			1

spectrales pondérées tirées du tableau 3, pour les couches sensibles au bleu, au vert et au rouge. Par sommation on obtient les réponses photographiques totales  $R_B$ ,  $R_G$ ,  $R_R$ . On détermine alors le logarithme base 10 de ces valeurs avec deux décimales. Pour simplifier on égale à zéro le plus faible de ces trois nombres en le soustrayant des trois valeurs des logarithmes.

Une autre simplification consiste à éliminer la virgule en multipliant par 100. Les trois nombres résultant forment l'indice de contribution à la couleur de l'image pour l'objectif étudié. Ces calculs sont illustrés dans l'exemple suivant :

$$R_B = 89 \log_{10} R_B = 1,95 \quad \text{en soustrayant } 0,00 \quad \text{en multipliant } 0$$

$$R_G = 99 \log_{10} R_G = 2,00 \quad \text{de chaque valeur } 1,95 \quad \text{par } 100 \quad 5$$

$$R_R = 97 \log_{10} R_R = 1,99 \quad \text{on obtient } 0,04 \quad \text{on obtient } 4$$

Indice de contribution à la couleur de l'image = 0/5/4

Ceci signifie que l'effet de l'objectif pour le film couleur moyen avec un éclairage type  $D_{55}$  est un accroissement des réponses au vert (de 0,05 en log) et au rouge (de 0,04 en log) par rapport à la réponse bleue. En d'autres termes, l'objectif produit des images plutôt jaunes comparées à celles que l'on obtiendrait sans objectif interposé. Un exemple de ces calculs est donné en annexe A.

## 5 Tolérances sur le CCI

Quand les sensibilités pondérées du tableau 3 sont utilisées avec les facteurs de transmission de l'objectif moyen ISO, la valeur du CCI est 0/5/4 (voir annexe A pour le calcul).

Les fabricants du film cherchent à obtenir de bons résultats pour des films couleur type lumière du jour utilisés avec l'illuminant  $D_{55}$  et un objectif ayant les facteurs de transmission spectraux du tableau 1. Si un objectif a des caractéristiques significativement différentes de celles de l'objectif moyen, on peut penser que les images qu'il produit présenteront une dominante colorée. Un tel objectif produit aussi une variation de balance de couleur s'il remplace des objectifs proches de l'objectif moyen en facteur spectral de transmission. Pour ces raisons, il est recommandé de considérer 0/5/4 comme le but à atteindre pour l'indice de contribution à la couleur des images d'un objectif ou de tout système optique formant une image. Les tolérances proposées pour le CCI sont données en annexe B.

## 6 Marquage et étiquetage

L'indice ISO de contribution à la couleur d'une image déterminé, pour un objectif, suivant la méthode décrite dans la présente Norme internationale peut être présenté sous la forme « ISO/CCI 0/5/4 ».

## Annexe A

### Exemple de la méthode employée pour calculer l'indice de contribution à la couleur de l'image d'un objectif, à partir des valeurs du facteur spectral de transmission

(Dans cet exemple on utilise le facteur spectral de transmission de l'objectif moyen ISO, en valeurs relatives)

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Longueur d'onde (λ) nm	Facteur de transmission (en valeurs relatives) τ	$W_B$	$W_B \tau$	$W_G$	$W_G \tau$	$W_R$	$W_R \tau$
350	0,00						
360	0,07						
370	0,23	1	0,23				
380	0,42	1	0,42				
390	0,60	3	1,80				
400	0,74	7	5,18				
410	0,83	10	8,30				
420	0,88	12	10,56				
430	0,91	12	10,92				
440	0,94	13	12,22				
450	0,95	13	12,35				
460	0,97	12	11,64				
470	0,98	8	7,84	1	0,98		
480	0,98	4	3,92	1	0,98		
490	0,99	2	1,98	1	0,99		
500	0,99	1	0,99	2	1,98		
510	1,00	1	1,00	4	4,00		
520	1,00			5	5,00		
530	1,00			8	8,00		
540	1,00			15	15,00		
550	1,00			25	25,00	1	1,00
560	1,00			13	13,00	1	1,00
570	1,00			13	13,00	1	1,00
580	1,00			9	9,00	2	2,00
590	0,99			2	1,98	3	2,97
600	0,99			1	0,99	4	3,96
610	0,99					6	5,94
620	0,98					8	7,84
630	0,98					12	11,76
640	0,97					19	18,43
650	0,97					22	21,34
660	0,96					16	15,36
670	0,95					4	3,80
680	0,94					1	0,94
$\Sigma W \tau$			89,35		99,90		97,34
$\log_{10} (\Sigma W \tau)$			1,95		2,00		1,99
Soustraire 1,95			0,00		0,05		0,04
Multiplier par 100			0		5		4
CCI (indice de contribution à la couleur) = 0/5/4							

## Annexe B

## Valeurs recommandées pour l'indice de contribution à la couleur de l'image des objectifs photographiques

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

L'indice de contribution à la couleur des images de l'objectif moyen ISO est 0/5/4. Idéalement, tous les fabricants doivent considérer cette valeur comme un but à atteindre. Pour les aider, on recommande les tolérances suivantes pour chaque valeur :

Bleu :	0	+3
		-4
Vert :	5	0
		-2
Rouge :	4	+1
		-2

Un diagramme tridirectionnel est un moyen commode de représenter les valeurs de la CCI. Si l'on porte sur ce graphique les tolérances ci-dessus on détermine un hexagone (en tirets sur la figure) à l'intérieur duquel doivent se trouver les points représentatifs des CCI. Les valeurs de l'indice doivent être portées suivant les directions bleu, verte, rouge de la figure. [Par exemple pour un CCI 0/2/3, on part de l'origine (point 0/0/0), on se déplace de 0 unité dans la direction bleu, puis de 2 unités dans la direction verte et, du point obtenu, de 3 unités dans la direction rouge.]

Du fait de la méthode de calcul qui égale à 0 le plus petit des 3 nombres du CCI, il n'est pas évident qu'un CCI soit acceptable si l'on compare directement ses valeurs aux tolérances ci-dessus. Par exemple dans le cas de 0/2/3, les valeurs verte et rouge ne semblent pas entrer dans les tolérances. Cependant, le tracé graphique montre que le point tombe à l'intérieur de l'hexagone. Pour expliquer ceci il faut remarquer que les valeurs 0/2/3 et -2/0/1 (dont les valeurs sont dans les tolérances) sont équivalentes et se placent sur le même point du graphique, puisqu'elles ne diffèrent que d'une quantité neutre (-2/-2/-2). Il est donc recommandé de porter le point représentatif du CCI sur le diagramme tridirectionnel pour s'assurer qu'il entre dans les tolérances.

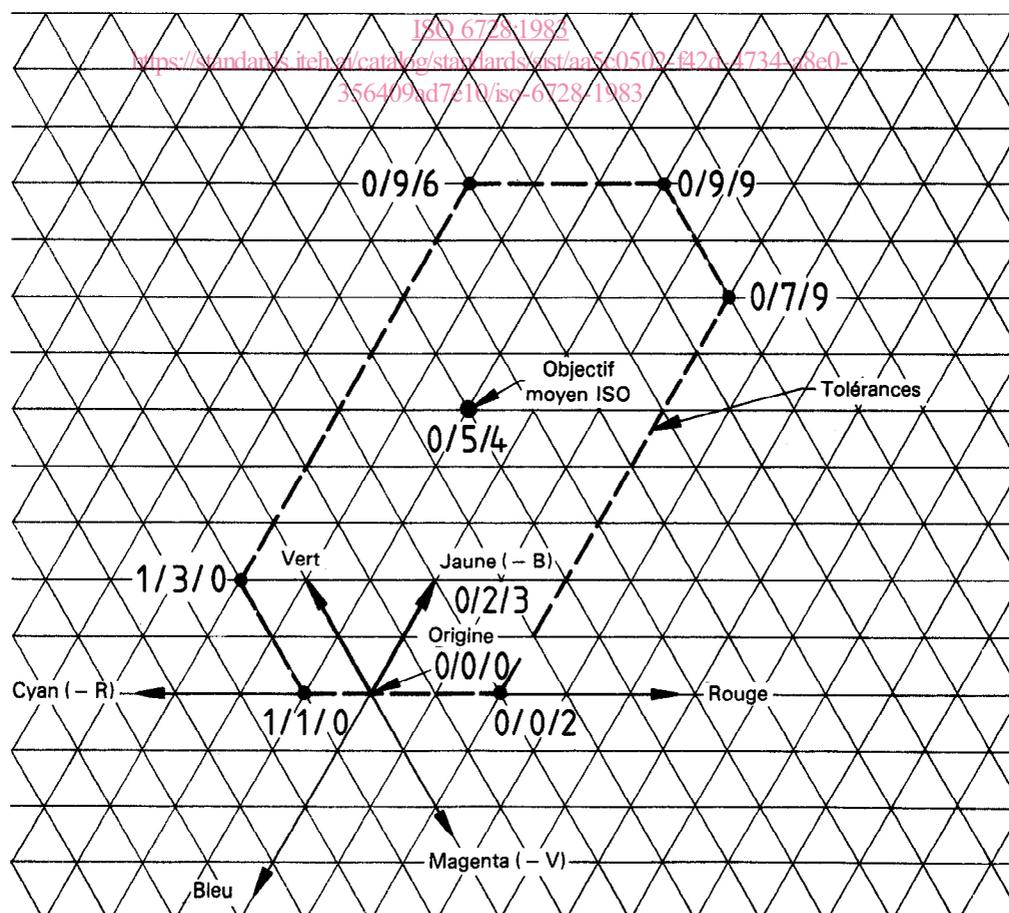


Figure — Diagramme tridirectionnel