

---

---

**Analyse colorimétrique —**  
**Partie 2:**  
**Correction de Saunderson, solutions**  
**de l'équation de Kubelka-Munk, force**  
**colorante, pouvoir couvrant**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Analytical colorimetry —*

*Part 2: Saunderson correction, solutions of the Kubelka-Munk  
equation, tinting strength, hiding power*

ISO 18314-2:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015>



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

ISO 18314-2:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2015

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Termes, définitions, symboles et termes abrégés</b> .....	<b>1</b>
2.1    Termes et définitions.....	1
2.2    Symboles et termes abrégés.....	2
<b>3</b> <b>Correction de Saunderson</b> .....	<b>4</b>
3.1    Généralités.....	4
3.2    Incidence diffuse, observation à 0° (d/0°).....	4
3.3    Incidence à 45°, observation à 0° (45°: 0°).....	4
<b>4</b> <b>Solution des équations de Kubelka-Munk</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b> <b>Détermination de la force colorante relative et de l'écart de couleur résiduel de pigments colorés</b> .....	<b>6</b>
5.1    Généralités.....	6
5.2    Principe.....	6
5.3    Méthode.....	6
5.3.1    Généralités.....	6
5.3.2    Évaluation de l'absorption au pic d'absorption.....	6
5.3.3    Évaluation de la somme pondérée des rapports <b>K/S</b> .....	7
5.3.4    Évaluation par égalisation de la composante trichromatique, <b>Y</b> .....	8
5.3.5    Évaluation par égalisation de la plus petite composante trichromatique parmi <b>X, Y</b> et <b>Z</b> .....	8
5.3.6    Évaluation (par égalisation de la profondeur) de teinte.....	9
<b>6</b> <b>Détermination du pouvoir couvrant de milieux pigmentés</b> .....	<b>11</b>
6.1    Généralités.....	11
6.2    Exemple pour les peintures blanches ou pastel avec un rapport de contraste de 0,98 comme critère de pouvoir couvrant.....	11
<b>7</b> <b>Répétabilité et reproductibilité</b> .....	<b>12</b>
<b>8</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe A (normative) Tables de valeurs des coefficients utilisés pour le calcul des valeurs de <math>a(\varphi)</math> (illuminant normalisé D65 et observateur de référence 10°)</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe B (normative) Tables de valeurs des coefficients utilisés pour le calcul des valeurs de <math>a(\varphi)</math> (illuminant normalisé C et observateur de référence 2°)</b> .....	<b>15</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>17</b>

## 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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1e1a161b-0c16-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 256, *Pigments, colorants et matières de charge*.

L'ISO 18314 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Analyse colorimétrique*:

- *Partie 1: Mesurage pratique de la couleur*
- *Partie 2: Correction de Saunderson, solutions de l'équation de Kubelka-Munk, force colorante, pouvoir couvrant*
- *Partie 3: Indices spéciaux.*

# Analyse colorimétrique —

## Partie 2:

# Correction de Saunderson, solutions de l'équation de Kubelka-Munk, force colorante, pouvoir couvrant

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 18314 spécifie la correction de Saunderson pour différentes géométries de mesure et les solutions de l'équation de Kubelka-Munk pour les couches couvrantes et transparentes. Elle spécifie également les méthodes de calcul de la force colorante et de l'écart de couleur résiduel sur la base de différents critères, ainsi que du pouvoir couvrant.

Les méthodes de préparation des échantillons destinés à ces mesurages ne sont pas couvertes par la présente partie de l'ISO 18314. Elles sont fixées par accord entre les parties contractantes ou sont décrites dans d'autres normes nationales ou internationales.

## 2 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

### 2.1 Termes et définitions (standards.iteh.ai)

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 2.1.1 force colorante

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015>

mesure de l'aptitude d'une matière colorante, sur la base de son absorption, à conférer une couleur à d'autres matériaux

#### 2.1.2 force colorante relative

$C_{rel}$

rapport en pour cent de la fraction massique de l'échantillon de référence de pigment coloré et de celle de l'échantillon d'essai de pigment coloré ( $m_r$  et  $m_t$ , respectivement) pour lesquelles le critère de force colorante utilisé a la même valeur pour l'échantillon de référence et l'échantillon d'essai

#### 2.1.3 critère de force colorante

paramètre qui décrit l'effet colorant d'une matière colorante, sur la base de son absorption

Note 1 à l'article: Les critères de force colorante utilisés dans la présente partie de l'ISO 18314 sont les suivants:

- valeur de la fonction de Kubelka-Munk au pic d'absorption;
- somme pondérée des valeurs de la fonction de Kubelka-Munk;
- composante trichromatique  $Y$ ;
- plus petite composante trichromatique parmi  $X$ ,  $Y$  et  $Z$ ;
- paramètre de profondeur de teinte  $B$ .

Il existe d'autres paramètres relatifs à la force colorante, qui ne sont pas utilisés dans la présente partie de l'ISO 18314, comme par exemple:

- somme non pondérée des valeurs de la fonction de Kubelka-Munk;

- chromaticité donnée par les trois coordonnées colorimétriques ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ );
- facteur de réflectance au pic d'absorption.

#### 2.1.4

##### écart de couleur résiduel

écart de couleur qui persiste entre l'échantillon de référence et l'échantillon d'essai « coupés au blanc » (c'est-à-dire dont la couleur a été atténuée par mélange à une pâte blanche) même si les valeurs du critère de force colorante sont identiques ou qu'un ajustement a été réalisé de sorte à ce qu'elles soient égales

EXEMPLE      Donné par  $\Delta E^*$ .

#### 2.1.5

##### profondeur de teinte normalisée

##### profondeur de teinte

mesure de l'intensité de la perception d'une couleur qui s'accroît à mesure que la saturation augmente et qui diminue à mesure que la clarté augmente

Note 1 à l'article: Les profondeurs de teinte normalisées sont des valeurs fixées par convention. À des fins colorimétriques, la profondeur de teinte normalisée est définie par le paramètre de profondeur de teinte  $B = 0$ , lequel est calculé à partir de la composante trichromatique,  $Y$ , et des coordonnées trichromatiques,  $x$  et  $y$ .

#### 2.1.6

##### pouvoir couvrant

aptitude d'un milieu pigmenté à masquer la couleur ou les écarts de couleur d'un subjectile

## 2.2 Symboles et termes abrégés

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

$a$	constante
$\alpha^*$	coordonnée chromatique CIELAB <small>ISO 18314-2:2015 <a href="https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015">https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015</a></small>
$a(\varphi)$	facteur
$a(\lambda)$	variable auxiliaire
$b^*$	coordonnée chromatique CIELAB
$b(\lambda)$	variable auxiliaire
$B$	paramètre de profondeur de teinte
$C_{rel}$	force colorante relative
$D_m$	valeur du pouvoir couvrant spécifiant l'aire du subjectile de contraste concerné, en $m^2$ , qui peut être revêtue par 1 kg
$D_v$	valeur du pouvoir couvrant spécifiant l'aire du subjectile de contraste concerné, en $m^2$ , qui peut être revêtue par 1 l
$F(\lambda)$	fonction de Kubelka-Munk
$F'(\lambda)$	fonction de Kubelka-Munk modifiée
$g(\lambda)$	fonction de pondération (définie comme la somme des fonctions colorimétriques $\bar{x}(\lambda)$ , $\bar{y}(\lambda)$ , et $\bar{z}(\lambda)$ pour un observateur de référence $10^\circ$ )
$h$	épaisseur
$K$	coefficient

$K(\lambda)$	coefficient d'absorption
$(K/S)_r$	valeur de Kubelka-Munk de l'échantillon de référence
$(K/S)_t$	valeur de Kubelka-Munk de l'échantillon d'essai
$L^*$	clarté CIELAB
$m_r$	fraction massique de l'échantillon de référence de pigment coloré
$m_t$	fraction massique de l'échantillon d'essai de pigment coloré
$n$	indice de réfraction
$r_0$	coefficient de réflexion en surface pour une lumière incidente collimatée perpendiculaire à la surface de l'éprouvette
$\bar{r}_0$	coefficient de réflexion en surface pour une lumière incidente collimatée à 45° par rapport à la surface de l'éprouvette
$r_2$	coefficient de réflexion interne pour une lumière incidente réfléchie de manière diffuse au sein de l'éprouvette
$R(\lambda)$	spectre de réflectance
$R(\lambda)_\infty$	réflectance d'une couche d'épaisseur infinie
$R(\lambda)^*$	réflectance de l'échantillon
$R(\lambda)_{ob}^*$	réflectance du subjectile noir après application de la correction de Saunderson <a href="https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015">https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015</a>
$R(\lambda)_{ow}^*$	réflectance du subjectile blanc après application de la correction de Saunderson
$R(\lambda)_b^*$	réflectance de l'échantillon sur le subjectile noir après application de la correction de Saunderson
$R(\lambda)_w^*$	réflectance de l'échantillon sur le subjectile blanc après application de la correction de Saunderson
$R'(\lambda)$	spectre de réflectance modifié incluant les effets de surface
$s$	saturation
$S(\lambda)$	coefficient de diffusion
$T$	somme pondérée
$x, y$	coordonnées trichromatiques
$X, Y, Z$	composantes trichromatiques
$\Delta E^*$	écart de couleur résiduel
$\Delta E_{ab}^*$	écart de couleur CIELAB
$\varphi$	angle de teinte
$\varphi_0$	angle parmi ceux présentés dans le tableau qui est immédiatement inférieur à l'angle de teinte

### 3 Correction de Saunderson

#### 3.1 Généralités

Pour le calcul colorimétrique, il est nécessaire de prendre en compte les phénomènes de surface afin d'obtenir des résultats fiables. Pour cela, il existe des formules qui sont appelées correction de Saunderson, leur obtention étant décrite dans les Références [1] et [2]. Les coefficients à introduire dans ces équations sont les solutions des formules de Fresnel[3] qui sont fonction de l'indice de réfraction du liant concerné.

Les formules sont obtenues en prenant pour hypothèse une surface idéale, une couche parfaitement couvrante et une réflexion diffuse idéale de la lumière à l'intérieur de l'éprouvette. En cas d'écart vis-à-vis de ces hypothèses, l'applicabilité des calculs ci-après au cas considéré doit être vérifiée.

Les formules spécifiées ici correspondent à deux des géométries les plus répandues: incidence diffuse, observation à 0° (d/0°) et incidence à 45°, observation à 0° (45°/0°). Dans presque tous les colorimètres utilisés, l'angle de mesure n'est pas égal à 0° mais à 8°. Cet écart n'est pas problématique.

Les constantes à introduire dans le calcul sont les suivantes:

- $r_0$ : coefficient de réflexion en surface pour une lumière incidente collimatée perpendiculaire à la surface de l'éprouvette. Pour  $n = 1,5$ ,  $r_0 = 0,040$ ;
- $\bar{r}_0$ : coefficient de réflexion en surface pour une lumière incidente collimatée à 45° par rapport à la surface de l'éprouvette. Pour  $n = 1,5$ ,  $\bar{r}_0 = 0,050$ ;
- $r_2$ : coefficient de réflexion interne pour une lumière incidente réfléchie de manière diffuse au sein de l'éprouvette. Pour  $n = 1,5$ ,  $r_2 = 0,596$ .

#### 3.2 Incidence diffuse, observation à 0° (d/0°)

La constante  $a$  est égale à 1 si le piège antibrillant est fermé et est égale à 0 si le piège antibrillant est ouvert et que la réflexion spéculaire est exclue.

$$R(\lambda) = ar_0 + \frac{(1-r_0)(1-r_2)R(\lambda)^*}{1-r_2R(\lambda)^*} \tag{1}$$

$$\text{pour } a = 1: R(\lambda)^* = \frac{R(\lambda) - r_0}{1 - r_0 - r_2[1 - R(\lambda)]} \tag{2}$$

$$\text{pour } a = 0: R(\lambda)^* = \frac{R(\lambda)}{1 - r_0 - r_2 + r_2[r_0 + R(\lambda)]} \tag{3}$$

#### 3.3 Incidence à 45°, observation à 0° (45°: 0°)

$$R(\lambda) = \frac{(1-r_0)(1-\bar{r}_0)\frac{1}{n^2}R(\lambda)^*}{1-r_2R(\lambda)^*} \tag{4}$$

$$R(\lambda)^* = \frac{n^2R(\lambda)}{1-r_0-\bar{r}_0+r_0\bar{r}_0+n^2r_2R(\lambda)} \tag{5}$$



#### 4 Solution des équations de Kubelka-Munk

La théorie de Kubelka-Munk décrit la réflexion d'une couche pigmentée à l'aide de deux constantes: l'absorption  $[K(\lambda)]$  et la diffusion  $[S(\lambda)]$ . Elle s'appuie sur les hypothèses suivantes:

- réflexion diffuse idéale sur le côté d'irradiation;
- réflexion diffuse idéale à l'intérieur de la couche;
- non-prise en compte des phénomènes de surface dus à une discontinuité d'indice de réfraction.

Pour une couche couvrante ou d'épaisseur infinie présentant une réflectance de  $R(\lambda)_\infty$ , on obtient les solutions suivantes qui permettent de déterminer la relation entre la diffusion et le coefficient d'absorption:

$$\frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} = \frac{(1-R(\lambda)_\infty)^2}{2R(\lambda)_\infty} \equiv F(R(\lambda)_\infty) \quad (6)$$

d'où:

$$R(\lambda)_\infty = 1 + \frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} - \sqrt{2 \left( \frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} \right) + \left( \frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} \right)^2} \quad (7)$$

Pour la détermination des coefficients de diffusion et d'absorption, deux méthodes peuvent être appliquées (la correction de Saunderson doit être utilisée):

**Méthode 1** Mesurage de la réflectance d'une couche d'épaisseur infinie (ou couvrante) et de la réflectance  $R(\lambda)^*$  d'un revêtement d'épaisseur,  $h$ , sur un subjectile de la réflexion  $R(\lambda)_0^*$ .

$$a(\lambda) = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{R(\lambda)_\infty^*} + R(\lambda)_\infty^* \right] \quad (8)$$

$$b(\lambda) = a(\lambda) - R(\lambda)_\infty^* = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{R(\lambda)_\infty^*} - R(\lambda)_\infty^* \right] \quad (9)$$

$$S(\lambda) = \frac{1}{b(\lambda)h} \operatorname{Arcoth} \frac{1 - a(\lambda)[R(\lambda)^* - R(\lambda)_0^*] + R(\lambda)^* R(\lambda)_0^*}{b(\lambda)[R(\lambda)^* - R(\lambda)_0^*]} \quad (10)$$

$$K(\lambda) = S(\lambda)[a(\lambda) - 1] \quad (11)$$

**Méthode 2** Cette méthode consiste à appliquer deux couches de même épaisseur ( $h$ ) sur des substances noire et blanche. Après avoir déterminé les variables auxiliaires  $a(\lambda)$ ,  $b(\lambda)$  conformément aux [Formules \(12\)](#) et [\(13\)](#), il est possible de calculer le coefficient de diffusion  $S(\lambda)$  à partir de la [Formule \(14\)](#) ou de la [Formule \(15\)](#). Il convient d'utiliser la formule conduisant la plus faible incertitude expérimentale.

$$a(\lambda) = \frac{[1 + R(\lambda)_w^* R(\lambda)_{ow}^*][R(\lambda)_b^* - R(\lambda)_{ob}^*] + [1 + R(\lambda)_b^* R(\lambda)_{ob}^*][R(\lambda)_{ow}^* - R(\lambda)_w^*]}{2[R(\lambda)_b^* R(\lambda)_{ow}^* - R(\lambda)_w^* R(\lambda)_{ob}^*]} \quad (12)$$

$$b(\lambda) = \sqrt{a(\lambda)^2 - 1} \quad (13)$$

$$S(\lambda) = \frac{1}{b(\lambda)h} \operatorname{Arcoth} \frac{1 - a(\lambda)[R(\lambda)_b^* - R(\lambda)_{ob}^*] + R(\lambda)_b^* R(\lambda)_{ob}^*}{b(\lambda)[R(\lambda)_b^* - R(\lambda)_{ob}^*]} \quad (14)$$

$$S(\lambda) = \frac{1}{b(\lambda)h} \operatorname{Arcoth} \frac{1 - a(\lambda)[R(\lambda)_w^* - R(\lambda)_{ow}^*] + R(\lambda)_w^* R(\lambda)_{ow}^*}{b(\lambda)[R(\lambda)_w^* - R(\lambda)_{ow}^*]} \quad (15)$$

$$R(\lambda)^* = \frac{1 - R(\lambda)_o^* [a(\lambda) - b(\lambda) \coth\{b(\lambda)S(\lambda)h\}]}{a(\lambda) - R(\lambda)_o^* + b(\lambda) \coth\{b(\lambda)S(\lambda)h\}} \quad (16)$$

NOTE La formulation de la théorie de Kubelka-Munk conduit à un système d'équations différentielles. La solution peut être exprimée de plusieurs manières, soit par l'emploi des fonctions trigonométriques utilisées ici, soit par l'utilisation de fonctions logarithmiques. Elles sont équivalentes sur le plan mathématique.

## 5 Détermination de la force colorante relative et de l'écart de couleur résiduel de pigments colorés

### 5.1 Généralités

Toutes les méthodes spécifiées ici présupposent une relation au moins approximativement linéaire entre la concentration de la matière colorante et la fonction de Kubelka-Munk.

Il est supposé que la diffusion par les feuil analysés est principalement due au pigment blanc et que l'absorption est principalement due au pigment de couleur. Toutes ces conditions doivent être remplies pour que les méthodes décrites ici donnent des résultats corrects. La fonction de Kubelka-Munk pour la pâte blanche peut être négligée dans la plupart des cas.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 5.2 Principe

Les échantillons de référence et d'essai sont incorporés dans de la pâte blanche. Les spectres de réflectance correspondants sont obtenus en analysant des feuil opaques des pâtes colorées résultantes. Le critère de force colorante adéquat est calculé à partir des résultats de mesure.

Si les valeurs du critère de force colorante de l'échantillon de référence et de l'échantillon d'essai ne sont pas identiques, la fraction massique de l'échantillon est augmentée ou diminuée jusqu'à obtenir la même valeur pour l'échantillon de référence et l'échantillon d'essai. Cet ajustement peut être réalisé expérimentalement ou par calcul.

Si les valeurs du critère de force colorante de l'échantillon de référence et de l'échantillon d'essai sont identiques, ou si un ajustement a été réalisé de sorte à ce qu'elles soient égales, l'écart de couleur résiduel entre l'échantillon de référence et l'échantillon d'essai coupés au blanc est calculé à partir des spectres de réflectance correspondants.

Il est recommandé d'utiliser un spectrophotomètre ayant une géométrie de mesure d:8° ou 8°:d avec ou sans piège antibrillant, ou un instrument ayant une géométrie de mesure 45°:0° ou 0°:45°.

### 5.3 Méthode

#### 5.3.1 Généralités

La réflectance d'un feuil opaque de l'échantillon de référence coupé au blanc et la réflectance correspondante de l'échantillon d'essai sont mesurées dans le domaine spectral du visible.

#### 5.3.2 Évaluation de l'absorption au pic d'absorption

Le critère de force colorante est la valeur de Kubelka-Munk maximale. Pour pouvoir appliquer cette méthode, il faut absolument que les concentrations en pigments dans les échantillons de référence et d'essai coupés au blanc soient égales.

Déterminer sur les spectres de réflectance des échantillons coupés au blanc, la longueur d'onde pour laquelle la réflectance est la plus faible. À partir des réflectances obtenues après application de la

correction de Saunderson  $R_r^*$  et  $R_t^*$ , calculer les valeurs de Kubelka-Munk  $(K/S)_r$  et  $(K/S)_t$  pour cette longueur d'onde à l'aide de la [Formule \(6\)](#). La force colorante relative  $C_{rel}$  est ensuite obtenue à l'aide de la formule suivante:

$$C_{rel} = \left[ \frac{\left( \frac{K}{S} \right)_t}{\left( \frac{K}{S} \right)_r} \right] \cdot 100 \quad (17)$$

NOTE Cette méthode n'implique aucune égalisation explicite du critère de force colorante. En raison de l'hypothèse de linéarité entre la fonction de Kubelka-Munk et la concentration, l'égalisation est implicite dans la formule suivante

$$\frac{\left( \frac{K}{S} \right)_t}{\left( \frac{K}{S} \right)_r} = \frac{m_r}{m_t} \quad (18)$$

Par conséquent, à partir de la [Formule \(17\)](#), on obtient la [Formule \(19\)](#) qui correspond à la définition de la force colorante relative donnée précédemment.

$$C_{rel} = \frac{m_r}{m_t} \cdot 100 \quad (19)$$

### 5.3.3 Évaluation de la somme pondérée des rapports K/S

Le critère de force colorante est la somme pondérée des rapports  $K/S$ . À partir des spectres de la réflectance après application de la correction de Saunderson  $R(\lambda)^*$  des échantillons d'essai et de référence, calculer les valeurs de Kubelka-Munk correspondantes  $F(\lambda) = (K/S)(\lambda)$  et dans chaque cas, générer la somme pondérée suivante: [ISO 18314-2:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1efa161b-0cf6-4f44-a160-8b8e6e263d04/iso-18314-2-2015)

$$T = \sum_{(400-700\text{nm})} g(\lambda) F(\lambda) \quad (20)$$

La fonction  $g(\lambda)$  est une fonction de pondération, définie comme la somme des fonctions colorimétriques  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ , et  $\bar{z}(\lambda)$  pour un observateur de référence  $10^\circ$  (voir [Référence\[4\]](#)). Cette fonction de pondération est une fonction empirique, qui ne repose sur aucun principe théorique.

La force colorante relative est calculée à partir des sommes pondérées et des fractions massiques des échantillons d'essai et de référence:

$$C_{rel} = \left[ \frac{(T_t \cdot m_r)}{T_r \cdot m_t} \right] \cdot 100 \quad (21)$$

$$= \frac{\left( \frac{m_r}{T_r} \right)}{\left( \frac{m_t}{T_t} \right)} \cdot 100$$

NOTE Cette méthode n'implique aucune égalisation explicite du critère de force colorante. En raison de l'hypothèse de linéarité entre la fonction de Kubelka-Munk et la concentration, et donc aussi entre la fonction de Kubelka-Munk et le critère de force colorante  $T$ , l'égalisation est implicite dans la [Formule \(21\)](#).

Si la différence entre le critère de force colorante de l'échantillon de référence  $T_r$  et celui de l'échantillon d'essai  $T_t$  est supérieure à 15 %, il convient de modifier en conséquence la fraction massique de l'échantillon d'essai.