

PROBLÉMATIQUE

Il existe des millions de couleurs. Par exemple, les moniteurs SVGA (*Super Video Graphic Array*) des micro-ordinateurs affichent des images 24 bits pouvant contenir jusqu'à 16 777 216 couleurs : il est donc difficile d'identifier visuellement une teinte particulière.

La conformité de la couleur d'une peinture à une couleur spécifiée dans les devis est un critère de qualité de plus en plus important pour chaque industrie et pour le ministère des Transports du Québec (MTQ). La même couleur de peinture est exigée par le MTQ pour un pont, que la peinture soit fabriquée par une seule entreprise dans différentes usines ou par des entreprises différentes. Le présent bulletin décrit la manière de distinguer la couleur des peintures au MTQ.

PERCEPTION DE LA COULEUR

La perception visuelle des couleurs peut varier d'une personne à une autre. Elle dépend notamment de l'interaction de la source lumineuse, de l'observateur et de l'objet illuminé.

La sensation visuelle de couleur change selon la nature des sources lumineuses. Il est donc nécessaire de les normaliser. La source lumineuse utilisée pour la mesure des couleurs doit émettre de l'énergie pour toute l'étendue des longueurs d'onde du spectre visible, c'est-à-dire de 400 à 700 nanomètres ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ m}\mu$). L'œil humain ne perçoit que les radiations du spectre solaire comprises dans cet intervalle. La Commission internationale de l'éclairage (CIE) a décrit et normalisé les sources lumineuses suivantes : la lumière du jour, la lampe à incandescence et la lampe à fluorescence.

Sans observateur, il n'y a pas de couleur. La couleur est une sensation visuelle imposée à la rétine, sur laquelle vient se former l'image perçue. La rétine est constituée de trois types de récepteurs photosensibles, chacun étant sensible à une gamme de longueur d'onde du spectre visible : le premier réagit aux couleurs rouge à verte, le deuxième aux couleurs jaune à bleue et le troisième à l'intensité de la clarté. Ensemble, ils stimulent le cerveau pour produire l'impression de couleur. La CIE a normalisé deux champs d'observation : on distingue ainsi l'observateur colorimétrique normalisé avec un champ de 2° et l'observateur colorimétrique normalisé avec un champ de 10° (figure 1).

Les fonctions spectrales des sources lumineuses et des observateurs sont stockées dans les appareils de mesure de la couleur.

Les seules variables à déterminer sont les propriétés optiques de l'objet illuminé. Les instruments modernes mesurent la quantité de lumière qui est réfléchi par un échantillon coloré, à diverses longueurs d'onde, pour établir les caractéristiques spectrales de l'objet illuminé. Par exemple, un objet noir ne réfléchit aucune lumière à travers toute l'étendue du spectre (0 % de réflexion) tandis qu'un échantillon blanc réfléchit presque toute la lumière (100 % de réflexion). Toutes les autres couleurs réfléchissent la lumière seulement dans certaines régions spécifiques du spectre. Dans ces cas, elles ont des formes de courbes spectrales caractéristiques qui constituent des « cartes d'identité » des couleurs, deux couleurs n'étant identiques que si leurs spectres sont superposables.

SYSTÈME COLORIMÉTRIQUE CIELAB

On a donc besoin d'un système colorimétrique normalisé de mesure de la couleur, internationalement accepté, pour faire une description objective et systématique des couleurs. Pour la représentation d'un point de couleur et le calcul des écarts de couleurs dans l'espace, le système colorimétrique CIELAB [abréviation de CIE 1976 ($L^*a^*b^*$)] est le plus utilisé. Une couleur peut être caractérisée de manière unique, pour un observateur bien défini et une source lumineuse bien définie, par les coordonnées d'un point dans un espace formé par trois vecteurs perpendiculaires.

Le système $L^*a^*b^*$ (figure 2) de coordonnées trichromatiques dans l'espace chromatique CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) utilise :

L^* , variant de 0 à 100, du noir au blanc;
 a^* , variant de 0 à $+a^*$, et mesurant la variation du gris au rouge;
 a^* , variant de 0 à $-a^*$, et mesurant la variation du gris au vert;
 b^* , variant de 0 à $+b^*$, et mesurant la variation du gris au jaune;
 b^* , variant de 0 à $-b^*$, et mesurant la variation du gris au bleu.

La variation totale d'une couleur s'exprime en unités NBS (*National Bureau of Standards*) par la relation :

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Dans l'industrie des peintures, la colorimétrie est utilisée pour mesurer l'écart de couleur entre une couleur-étalon et le produit coloré, pour éventuellement effectuer une correction de la composition pigmentaire du produit. On s'en sert aussi pour évaluer le degré de décoloration d'une peinture. C'est donc la différence de couleur entre un échantillon et un étalon qui est souvent mesurée

et non les valeurs caractéristiques absolues d'une couleur. Les écarts de couleurs jugés acceptables font l'objet d'une entente entre le client et le fabricant de peinture.

CONCLUSION

Le système colorimétrique normalisé CIELAB, tel qu'il est décrit précédemment, permet de mesurer objectivement les couleurs et les écarts de couleurs. Il est largement reconnu et utilisé. Le laboratoire de la DLC s'en sert régulièrement pour le contrôle de la conformité de la couleur des peintures dans les contrats. L'avènement des micro-ordinateurs a facilité l'usage du système CIELAB.

RÉFÉRENCES

Koleske, Joseph V. 1995, *Paint and Coating Testing Manual*, 14th Edition of the Gardner-Sward Handbook, ASTM Manual Series : MNL 17.

Ballufier, Y. 1984, *Guide des peintures*, Centre Technique des Industries Mécaniques, Établissement de Nantes, France.

Bulletins techniques de la compagnie Byk-Gardner, fabricant de spectrophotomètres et de colorimètres, catalogue 2000.

Pierre, P.E. et Marcus, R.T. 1994, *Color and Appearance*, Federation of Societies for Coatings, Technology, Pennsylvania, U.S.A.

RESPONSABLE : Tran Phuc Thinh, ing.
Service des matériaux
d'infrastructures

DIRECTEUR :

Michel Labrie
Michel Labrie.ing.

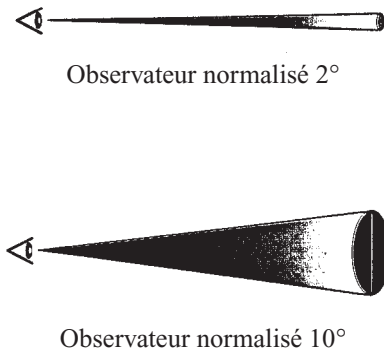


Figure 1 : Observateurs

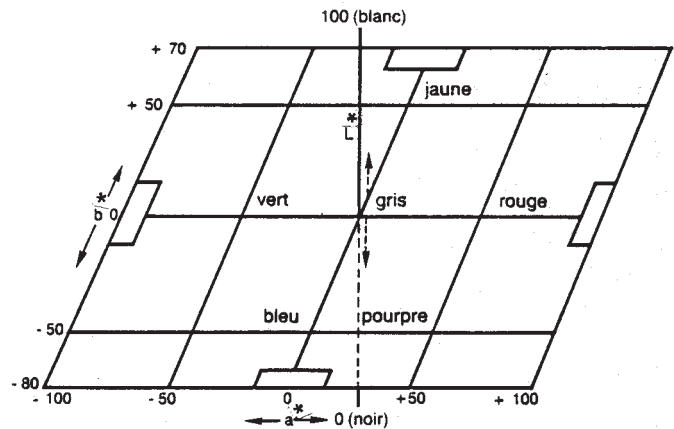


Figure 2 : Représentation du système $L^* a^* b^*$