

Toujours à chacun ses couleurs?

Vers un espace uniforme des couleurs

Il est possible que les manches, le col et le corps d'une chemise bleue, par exemple, soient faits dans différents secteurs d'une usine, mais il est essentiel que l'article fini soit partout d'un même bleu faute de quoi le client pourrait bien ne pas acheter la chemise.

Autrement dit, le fabricant de chemises doit savoir jusqu'à quel point les petites différences de couleur passeront inaperçues, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir spécifier les tolérances que le fabricant de tissus doit observer. En outre, ce fabricant de tissus utilise des teintures et ses machines produisent des milliers de mètres de tissus qui doit être exactement de la même couleur au commencement et à la fin du rouleau. C'est là une difficulté que l'on rencontre encore de nos jours puisque l'on ne dispose toujours pas d'une méthode sûre pour définir les tolérances dans un langage compris de tous.

C'est pour cette raison que la Division de physique du Conseil national de recherches du Canada se livre à des études sur les couleurs et le Dr Gunter Wyszecki, chef de la section de l'optique des radiations, nous a dit: "Je ne pense pas que quelqu'un dans la profession puisse, de nos jours, produire économiquement quoi que ce soit sans avoir à observer certaines tolérances. C'est là un fait accepté dans toutes les industries sauf dans celles où il y a des questions de couleurs. Les méthodes actuelles pour préciser les différences entre les couleurs, et en conséquence les tolérances, ne sont pas toujours satisfaisantes et il reste encore beaucoup à faire pour qu'elles soient au point".

On sait très bien "mesurer" les couleurs mais il existe actuellement plusieurs méthodes pour en mesurer les différences dans les établissements industriels. Les colorimètres

différentiels sont utilisés très fréquemment mais les techniques utilisées et les unités de mesure varient souvent. Les "apparieurs", ou des inspecteurs, peuvent aussi déterminer si les couleurs sont identiques mais cette méthode est souvent très longue, fatigante et trop subjective pour être efficace. L'oeil ayant un seuil de sensibilité pour les différences entre les couleurs, il est possible que deux couleurs différentes semblent être les mêmes pour certains apparieurs. Autrement dit, à l'intérieur d'une certaine gamme de longueurs d'onde, un observateur aura l'impression que deux couleurs différentes sont les mêmes.

Si l'on pouvait trouver une méthode uniforme, sûre et objective de mesure des différences entre les couleurs, les industriels disposeraient d'un critère permettant de reproduire toutes les couleurs d'une manière acceptable ce qui revient à dire que l'on pourrait préciser jusqu'à quel point deux couleurs doivent être voisines pour que l'on ne voit pas de différence.

La colorimétrie théorique a déjà des bases solides mais les chercheurs essaient encore de la perfectionner. Toute couleur peut être représentée dans un espace tridimensionnel suivant des axes X, Y, Z, chacun correspondant à une fonction de trois couleurs appelées couleurs fondamentales comme le rouge, le vert et le bleu. On peut obtenir une couleur en mélangeant trois lumières, chacune étant d'une couleur fondamentale; c'est le "mélange additif". On peut aussi se servir de pigments ou de peintures et les couleurs fondamentales utilisées sont alors le rouge, le bleu et le jaune. C'est le "mélange soustractif" car il implique la nature chimique des pigments et il est très différent du mélange des lumières dans son principe. Une couleur C, par exemple, comme l'orange ou le jaune, peut correspondre à un point d'un espace tridimensionnel, la position du point étant donnée par trois coordonnées appelées "valeurs d'excitation" (Fig. 1). On peut aussi trouver la position du point correspondant à une deuxième couleur C' si peu différente de C que la différence échappe presque à l'observateur. L'enveloppe, c'est-à-dire la surface rappelant celle d'un ballon et contenant tous les points représentant ces différences perceptibles dans toutes les directions à partir de C, décrit les conditions aux limites à l'intérieur desquelles les couleurs sont identiques à C pour l'oeil humain et en dehors desquelles les couleurs sont différentes.

La forme et la dimension du volume à l'intérieur de l'enveloppe varient avec la couleur C et, par suite, avec son emplacement dans cet espace tridimensionnel de comparaison des couleurs, c'est-à-dire "d'appariage". Cet espace peut être grand ou petit et sa forme est fréquemment celle d'un ellipsoïde, c'est-à-dire d'un corps en forme d'oeuf. Du point de vue de la perception des différences entre les couleurs cet espace est nettement non uniforme.

Cependant, un espace uniforme des couleurs peut être obtenu par une transformation mathématique de l'espace tridimensionnel X, Y, Z en un nouvel espace U, V, W où les volumes enclos dans l'enveloppe sont sphériques et de la même dimension quelle que soit la couleur (Fig. 2). La différence, ΔE , entre deux couleurs représentées par les points C_1 et C_2 peut alors être trouvée immédiatement en se servant d'une équation mathématique. Ainsi les couleurs 1 et 2 ont des différences égales en valeurs absolues dans toutes les directions. Les chercheurs ont défini la valeur de cette différence ΔE pour qu'elle corresponde à la faculté de différenciation de l'oeil humain. Si ΔE est inférieure à l'unité, les différences entre les couleurs sont dites imperceptibles; si

Figure 2. The ideal U, V, W, color space. Color differences are uniform and are not perceptible to the eye within unit spheres ($\Delta E=1$).

• Espace idéal U, V, W. Les différences sont uniformes et ne sont pas perceptibles par l'oeil à l'intérieur des sphères unitaires, c'est-à-dire des sphères de rayon $\Delta E=1$.

