



Livre blanc sur la gestion des couleurs 3
Espaces chromatiques et conversion des couleurs

Dans nos livres blancs précédents, nous avons vu que la représentation des couleurs n'est pas absolue, mais qu'elle varie en fonction du matériel utilisé. Les systèmes de gestion des couleurs dépendent de plusieurs facteurs dont, notamment, les modèles ou espaces chromatiques fiables permettant d'établir une correspondance précise et prévisible entre les périphériques. Il existe globalement deux types de périphériques : les périphériques RVB (écrans d'affichage, caméras et scanners) et les périphériques CMJN (imprimantes, traceurs et périphériques de sortie).

Les technologies de transformation permettent d'établir la correspondance entre les espaces chromatiques de périphériques différents grâce à des processus de conversion élaborés.

Modèles chromatiques

Un modèle chromatique est un modèle mathématique abstrait décrivant la façon dont les couleurs peuvent être représentées en tant qu'uplets de nombres, généralement par trois ou quatre valeurs ou composants de couleur. Les modèles RVB et CMJN sont des modèles chromatiques bien connus. Les modèles chromatiques sont des abstractions qui ne peuvent pas décrire une couleur spécifique sans que l'échelle ou la référence ne soit définie au préalable. En l'absence de fonction d'association à un espace chromatique absolu, ce ne sont guère plus que des systèmes chromatiques arbitraires qui n'apportent qu'une vague réponse aux besoins d'une application.

Modèles chromatiques CIE

Dans le but de favoriser la compréhension de la couleur, la CIE (Commission internationale de l'éclairage), autorité internationale spécialisée dans tout ce qui touche à la lumière, à l'éclairage, à la couleur et aux espaces chromatiques, a adopté des normes dans les années 1930 à propos de plusieurs espaces chromatiques représentant le spectre visible. Cela a rendu la comparaison possible entre les différents espaces chromatiques des différents écrans d'affichage et périphériques sur le marché.

La CIE a mené un ensemble de tests sur un grand nombre de personnes afin de définir un observateur humain moyen hypothétique et sa réaction à la couleur, soit un profil désigné comme "l'observateur de référence". L'œil humain possédant trois types de capteurs de couleurs qui réagissent à des plages de longueurs d'onde différentes, il faudrait un diagramme tridimensionnel pour obtenir une représentation complète de la totalité des couleurs visibles.

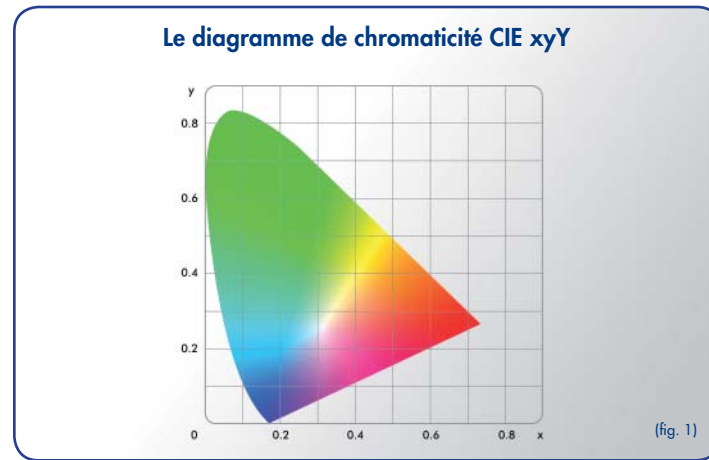
CIE-XYZ

La CIE a développé le "système chromatique XYZ", également connu sous l'appellation "système chromatique de référence". Il est toujours utilisé comme système de référence habituel pour la définition des couleurs perçues par l'œil humain et pour d'autres espaces chromatiques. Tout comme le modèle chromatique RVB et ses primaires additives, le système CIE-XYZ utilise trois primaires imaginaires définies spectralement, X, Y et Z, qui sont la représentation de couleurs (ondes électromagnétiques) pouvant se combiner pour décrire toutes les couleurs visibles pour "l'observateur de référence".

CIE xyY

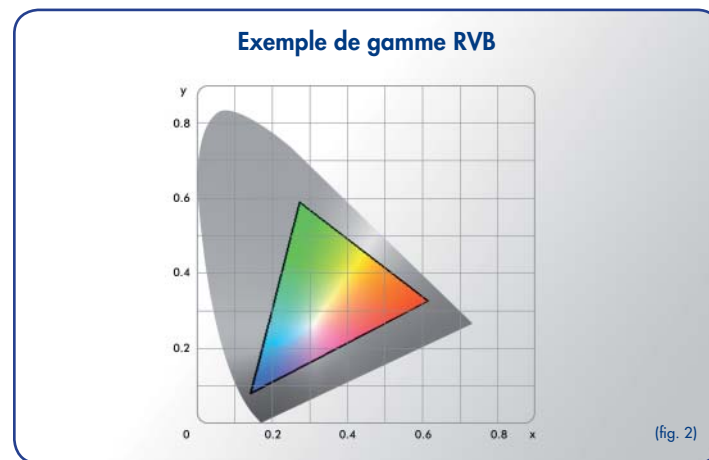
Afin de représenter efficacement une figure tridimensionnelle sur une feuille de papier bidimensionnelle, la CIE a transformé l'espace

chromatique tridimensionnel en deux dimensions artificielles de couleurs (désignées collectivement par le terme chromaticité) et une d'intensité. Elle a ensuite prélevé une tranche bidimensionnelle dans cet espace, au niveau d'intensité maximal. Cette tranche est devenue le diagramme de chromaticité, également appelé "diagramme de chromaticité CIE xyY" (cf. fig. 1).



Les couleurs représentées dépendent de l'espace chromatique de l'appareil sur lequel les images sont observées. La gamme de toutes les couleurs visibles sur le diagramme de la CIE peut être décrite comme une figure en forme de langue. Le bord arrondi correspond aux couleurs du spectre visible et le bord droit (ligne violette) aux teintes non spectrales de violet. Les couleurs moins saturées apparaissent à l'intérieur de la figure, le blanc étant au centre.

Une gamme est généralement représentée comme une partie du diagramme de chromaticité CIE 1931 (cf. fig. 2). Le bord arrondi représente les couleurs monochromatiques. Les gammes sont généralement de forme triangulaire parce que la reproduction des couleurs s'effectue pour l'essentiel avec les trois primaires.



Le diagramme de chromaticité est un outil permettant d'indiquer la façon dont l'œil humain percevra la lumière dans un spectre donné. Il ne permet pas de spécifier la couleur des objets (ou des encres d'imprimerie), dans la mesure où la chromaticité observée en regardant un objet dépend également de la source lumineuse.

Les points de coupure sur le côté courte et longue longueur d'onde du diagramme sont choisis quelque peu arbitrairement. L'œil humain est en fait capable de voir les lumières avec des longueurs d'onde d'un maximum de 810 nm environ, mais avec plusieurs milliers de fois moins de sensibilité qu'avec la lumière verte.

Le modèle chromatique CIELAB (L*a*b*)

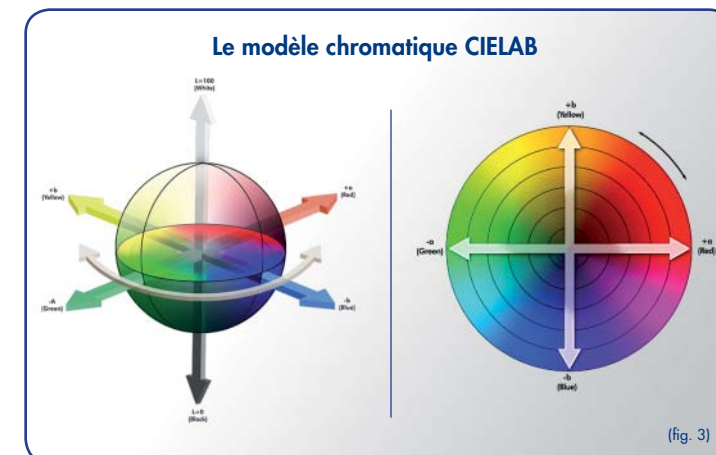
Le modèle chromatique Lab (cf. fig. 3) a été développé par la CIE en 1976 dans le but d'améliorer la représentation des couleurs. Il s'agit du modèle chromatique le plus complet utilisé conventionnellement pour décrire l'ensemble des couleurs visibles pour l'œil humain. Il s'agit d'un espace chromatique tridimensionnel dans lequel les différences de couleurs perçues comme étant d'importance égale sont également séparées par des distances égales. Cette différence peut être exprimée en delta-E (DE).

*Le delta-E est une description mathématique de la distance entre deux couleurs. Il fournit une mesure des variations de teinte et de densité. Pour calculer le delta-E de deux couleurs, leurs valeurs L*a*b* sont nécessaires. Le delta-E est la distance entre deux points dans l'espace chromatique L*a*b*.*

Il importe de noter que l'observateur moyen ne remarquera les différences qu'au-dessus de 5-6 delta-E. Seul un œil habitué remarquerait les différences à partir de 3-4 delta-E. L'œil humain est toutefois beaucoup plus sensible aux variations des niveaux de gris et des tons intermédiaires. Une différence de 0,5 delta-E peut dans ce cas être distinguée.

Chaque couleur peut être précisément désignée à l'aide de ses valeurs "a" et "b" spécifiques et de sa luminosité - "L". Les trois paramètres du modèle représentent la luminance de la couleur - "L" (le niveau L le plus faible donne du noir), sa position entre le rouge et le vert - "a" (le niveau a le plus faible donne du vert) et sa position entre le jaune et le bleu - "b" (le niveau b le plus faible donne du bleu), en fonction d'un point blanc de référence.

Cependant, l'avantage de cet espace chromatique est son indépendance par rapport au matériel, et l'objectivité qui en résulte. La même combinaison de a, b et L décrit toujours exactement la même couleur. Pour ces raisons, CIELAB est couramment utilisé comme référence au cours du processus de conversion des couleurs sur les systèmes ICC.



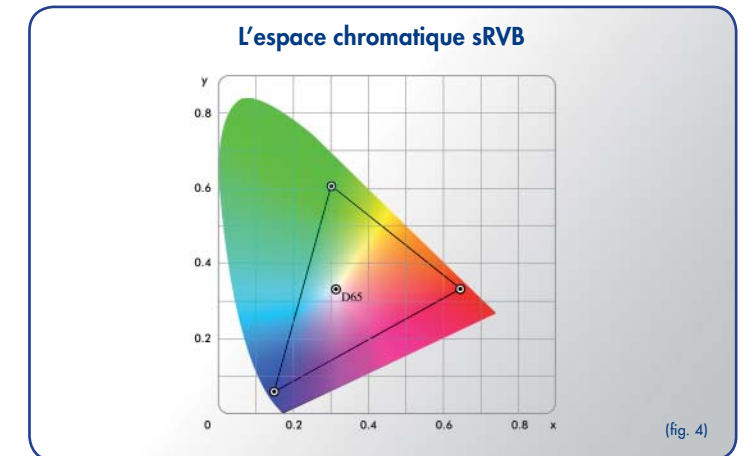
Espaces chromatiques

Les espaces chromatiques sont tirés des modèles chromatiques et fournissent des informations nécessaires supplémentaires sur l'échelle ou la référence. Par exemple, les espaces chromatiques sRVB et Adobe RVB (1998) définissent tous deux une échelle permettant de représenter les couleurs. Ils proviennent tous deux du modèle chromatique RVB et offrent une représentation géométrique tridimensionnelle quantitativement mesurée des couleurs qui peuvent être vues ou obtenues à l'aide du modèle chromatique RVB.

Espace chromatique sRVB

L'espace chromatique sRVB, ou RVB standard (Rouge Vert Bleu), est un espace chromatique RVB créé par Hewlett-Packard et Microsoft. Il a été adopté par de nombreuses entreprises leader sur le marché (cf. fig. 4). sRVB définit les primaires rouge, vert et bleu comme des couleurs dont un des trois canaux se trouve à la valeur maximale (255) et les deux autres à zéro, avec une valeur gamma configurée sur 2,2. À l'origine, sRVB était destiné aux écrans à tube cathodique (en 1996). Le sRVB est généralement utilisé pour les images destinées à être présentées sur le Web.

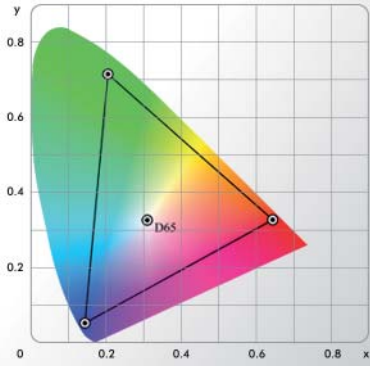
La force du système sRVB est sa large diffusion dans le monde des arts graphiques. Il est devenu une référence pour les professionnels et l'espace de référence pour Windows. Mais les professionnels de l'édition lui reprochent souvent sa gamme de couleurs réduite. Certaines couleurs visibles, voire des couleurs qui peuvent être reproduites en CMJN, ne peuvent pas être représentées en sRVB.



Espace chromatique Adobe RVB (RVB 1998)

L'espace chromatique Adobe RVB a été développé par Adobe Systems en 1998 en vue de regrouper la plupart des couleurs reproductibles sur les imprimantes couleur CMJN. Cet espace chromatique doit toutefois être utilisé avec des appareils qui utilisent les couleurs RVB, soit les écrans d'ordinateurs par exemple. L'espace chromatique Adobe RVB englobe globalement 50 % des couleurs visibles spécifiées par l'espace chromatique sRVB, principalement au niveau des cyan-verts. Les espaces et les modèles chromatiques constituent les principales références en matière de politiques de gestion des couleurs. Ils sont utilisés dans les processus de conversion des couleurs énumérés à la fig. 5.

L'espace chromatique Adobe RVB 1998



- Une intention de rendu, qui fait référence à la façon dont le module de correspondance des couleurs gère les couleurs hors gamme pendant la conversion d'un espace chromatique à un autre. Les spécifications du Consortium international de la couleur comportent quatre intentions de rendu différentes : les intentions perceptuelles, colorimétriques relatives, de saturation et colorimétriques absolues, lesquelles reposent sur le concept d'association de gamme.

Le quatrième livre blanc de LaCie consacré à la couleur explique en détail le rôle joué par ces éléments dans un système de gestion des couleurs.

Conversion des couleurs

Un système de gestion des couleurs idéal devrait fonctionner de manière transparente sur tous les systèmes d'exploitation et logiciels, quels que soient les périphériques utilisés. En raison des différences de représentation des couleurs, plusieurs mécanismes de conversion sont nécessaires. Les références indépendantes du matériel et de la plate-forme rendent les mécanismes de conversion précis possibles. Les espaces chromatiques CIELAB et CIE XYZ représentent des éléments essentiels de ce processus.

Le Consortium international de la couleur (ICC), créé en 1993 par huit leaders du secteur, a défini un système ouvert multi-plateforme pour la gestion des couleurs, dont l'utilisation est très répandue à l'heure actuelle. Apple ColorSync pour Mac OS X et ICM pour Windows, par exemple, sont des systèmes de gestion des couleurs compatibles ICC.

Ce système repose sur les éléments suivants :

- Un module de correspondance des couleurs, qui est intégré dans les applications graphiques, le système d'exploitation et/ou les pilotes. Le module de correspondance des couleurs place des tables à l'intérieur de profils décrivant la façon dont la conversion doit avoir lieu. Chaque profil contient plusieurs tables, ce qui autorise la conversion de l'espace du périphérique à l'espace chromatique de référence.
- Un espace chromatique de référence, dans lequel ou à partir duquel les données de couleur sont transformées. Il s'agit d'un espace chromatique $L^*a^*b^*$ ou CIE XYZ.
- Des profils chromatiques (profils ICC) décrivant la façon dont un périphérique donné reproduit les couleurs. Pour cela, l'espace chromatique du périphérique est décrit au système de gestion des couleurs. Des outils compatibles ICC (tels que le LaCie Blue eye pro pour les moniteurs LaCie) permettent d'effectuer la calibration et de créer des profils. Les profils peuvent être intégrés à des documents ou chargés dans des applications.

" Alliant le génie technologique de pointe à un souci légendaire de l'esthétique, LaCie se profile comme un leader de poids sur le marché de l'affichage couleur. Présent aussi bien aux États-Unis, qu'en Europe et au Japon, LaCie est un constructeur mondial de périphériques compatibles PC et Macintosh, proposant notamment une nouvelle génération d'écrans LCD couleur. En fournissant des outils haut de gamme pour l'innovation multimédia, LaCie anticipe les besoins des professionnels de la création tels que les créateurs graphiques, les photographes et les réalisateurs qui ont besoin de solutions efficaces et pratiques pour une gestion précise des couleurs ".

