

# Trait d'union

## GRAPHIQUE

Cercle d'experts formateurs dans les métiers de l'image

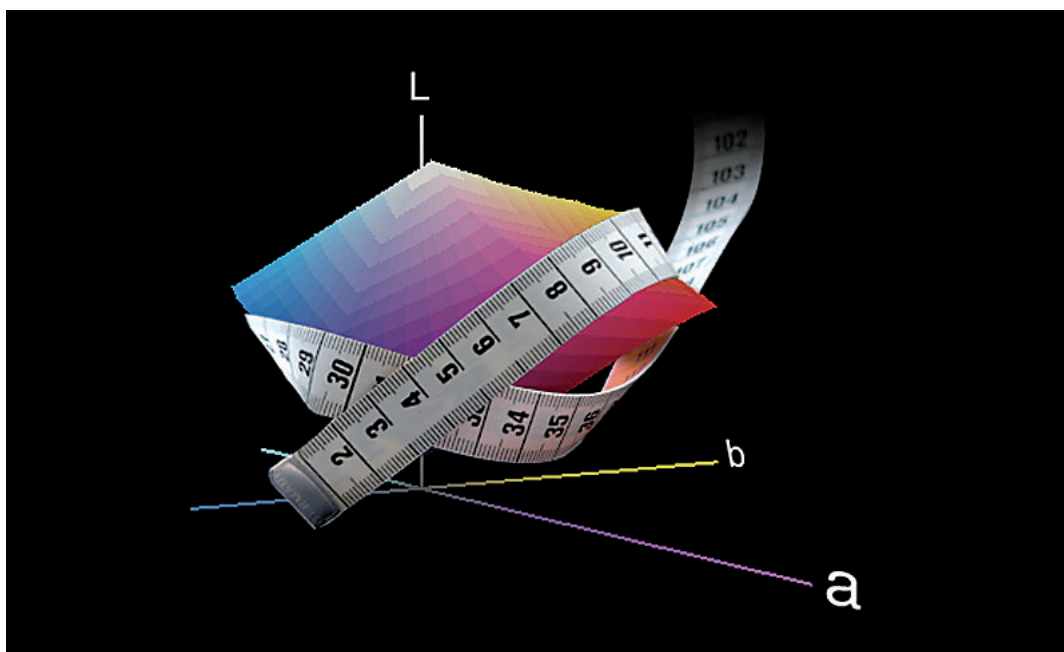


### SUPPORTS DE COURS

## La couleur «sur mesures»

Niveau initiation. Tout public. © Dominique Legrand 2006

Photos : Didier Créte - [www.quelquesimages.com](http://www.quelquesimages.com)



Lorsque j'observe des postes de télévision alignés dans un magasin, les images de la même chaîne ne m'apparaissent pas de la même couleur selon l'écran. L'émetteur nous envoie pourtant des couleurs d'une seule et même source standard mais les informations codées qui génèrent la couleur sont interprétées différemment selon le réglage et les caractéristiques de chaque téléviseur, ce qui produit les variances dans les rendus colorés. L'apparence des couleurs est donc dépendante de chaque matériel et les mêmes données numériques ne produisent pas obligatoirement les mêmes couleurs.

Ce contexte est identique pour la reproduction des images dans la chaîne graphique.

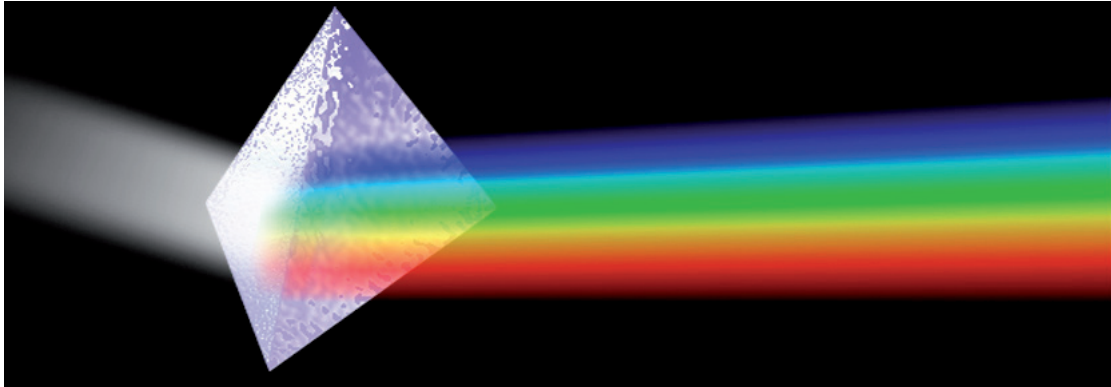
L'objectif du concept de «la gestion de la couleur» est de gérer les différences afin d'obtenir des rendus de couleurs identiques de la prise de vue à l'impression en passant par des épreuves de contrôle et garantir cette fiabilité malgré la diversité des outils et des procédés de reproduction.

Les outils matériels et logiciels ainsi que les compétences, les méthodes et le savoir-faire existent depuis plusieurs années. Reste à mettre en œuvre.

## Notre vision : la couleur subjective.

La lumière est à l'origine des couleurs que nous percevons. La lumière du soleil se propage selon un phénomène à la fois vibratoire (ondes électromagnétiques) et énergétique (les photons, particules chargées d'énergie). Notre œil est le capteur de la lumière et les informations qui sont transmises au cerveau nous procurent des sensations «colorées» variables selon les

longueurs d'onde et l'intensité lumineuse. Une couleur est caractérisée par son spectre qui définit la répartition de l'énergie selon les longueurs d'ondes. Les cellules photosensibles de l'œil, les cônes, sont des «capteurs» réceptifs à trois zones du spectre : le rouge, le vert et le bleu (RVB). Tous les systèmes de reproduction de la couleur trouvent leur origine dans ce concept naturel.



## Le scanner : la couleur quantifiée

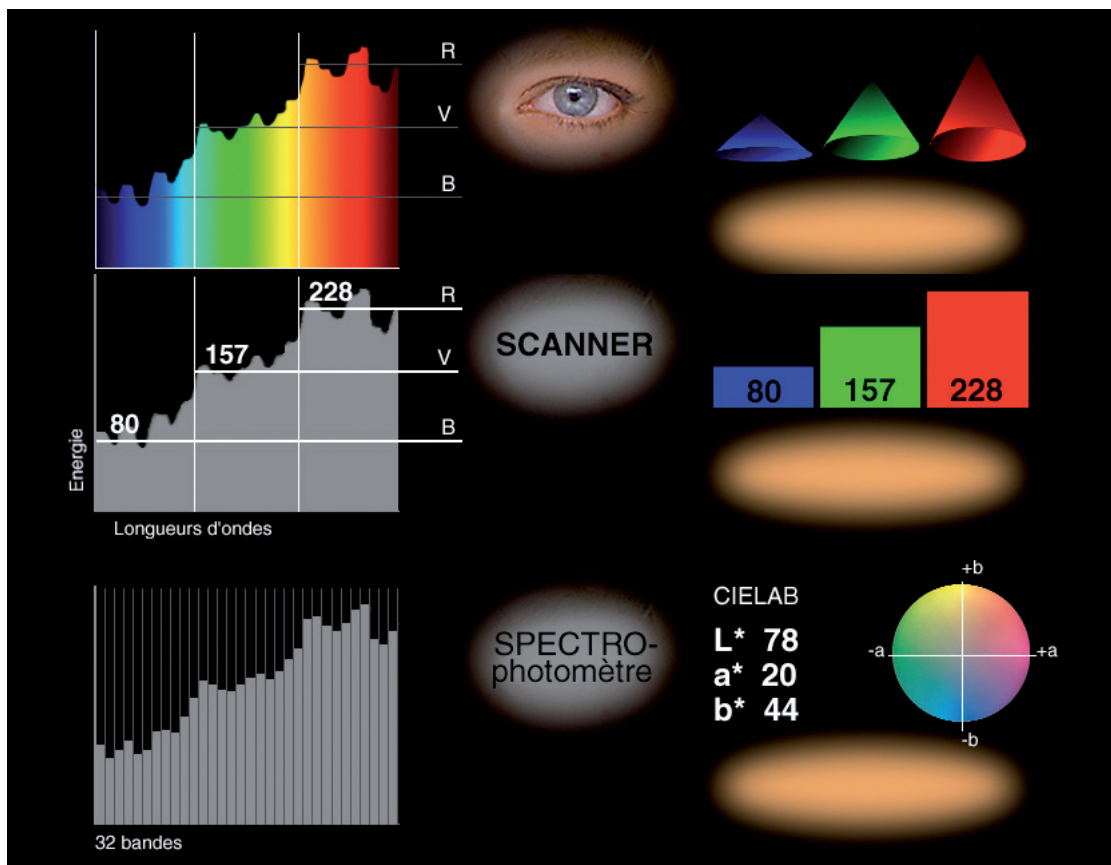
Les «photosites» d'un capteur dans un appareil photo numérique (ou un scanner) peuvent être comparés aux cônes de l'œil dans la mesure où ils réagissent à la lumière à travers trois filtres RVB.

Cette analyse permet de quantifier la couleur par trois chiffres, valeurs qui indiquent les intensités lumineuses en Rouge, Vert ou Bleu qui restituent la couleur par addition.

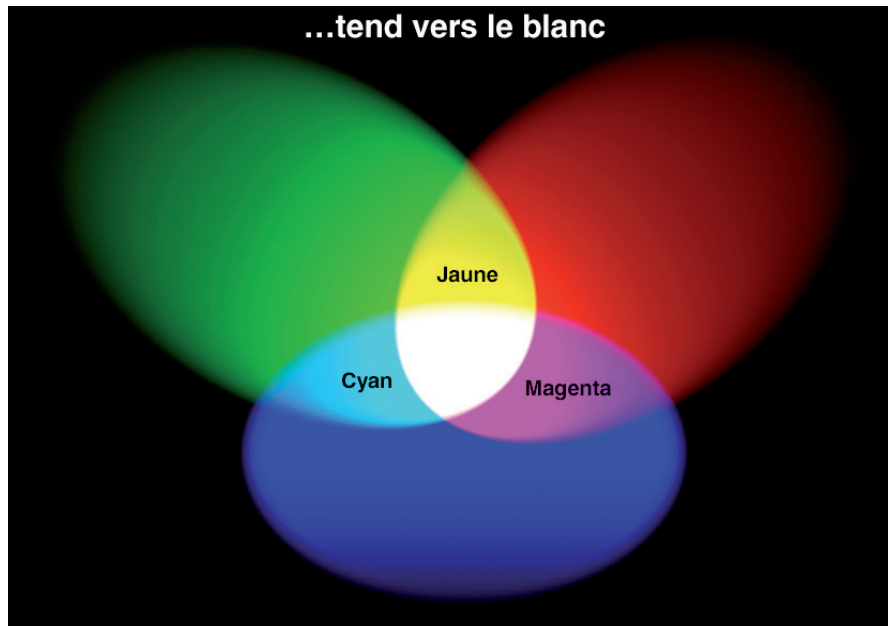
## Colorimètre et spectrophotomètre : la couleur mesurée

Le colorimètre, couramment utilisé pour calibrer les écrans de moniteur, analyse la lumière à travers trois filtres RVB. Le «spectro» analyse la lumière à travers une série de filtres (ex.: 32 filtres) afin de définir un

spectre précis. La mesure s'exprime également en trois chiffres dans un modèle mathématique en 3D tel que le CIELAB, espace chromatique standard de référence universel et indépendant.



## L'addition de lumières



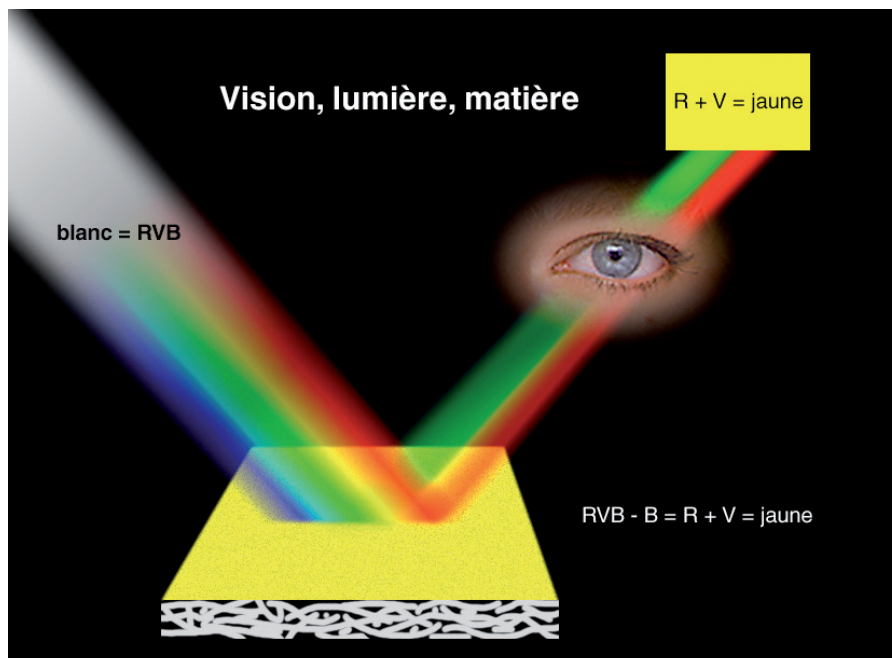
À partir des trois couleurs primaires, Rouge-Vert-Bleu, toutes les couleurs sont reproductibles par addition selon l'intensité de chacune des trois sources RVB. C'est le principe de l'affichage en couleurs sur

un écran. Le blanc est composé des trois primaires à intensité maximale. Le blanc est donc «de toutes les couleurs» ! Le noir, c'est l'absence de lumière donc l'absence de couleur.

## De quoi dépend notre sensation de couleur ?

Lorsqu'une lumière «blanche» (RVB) éclaire une surface pigmentée (ex.: jaune), l'énergie des radiations du Bleu est absorbée par la matière colorante jaune (sa couleur complémentaire). La surface jaune renvoie seulement le Rouge et le Vert. Ce qui nous procure, par addition, une sensation de :  $R + V = \text{jaune}$ . Notre sensation de couleur dépend donc des paramètres suivants :

- les capacités de l'œil lui-même et du système visuel global (mais on n'y peut rien !)
- la source lumineuse (couleur de la lumière blanche exprimée en température de couleurs). Le standard conseillé dans les métiers de l'image :  $5000^\circ$  Kelvin.
- la qualité sélective et la pureté des matières colorantes
- les supports en temps que réflecteurs de lumière (le papier en imprimerie)



## Teinte, Saturation, Luminance

Notre vision des couleurs, tridimensionnelle, se conçoit et s'exprime selon les trois paramètres variables individuellement : la Teinte, la Saturation, la Luminance.

Dans ce concept (qui date du 19<sup>e</sup> siècle !), les couleurs sont représentées dans un volume, un «espace chromatique», dans lequel une couleur occupe une position géographique qui l'identifie par ses coordonnées dans les trois dimensions.

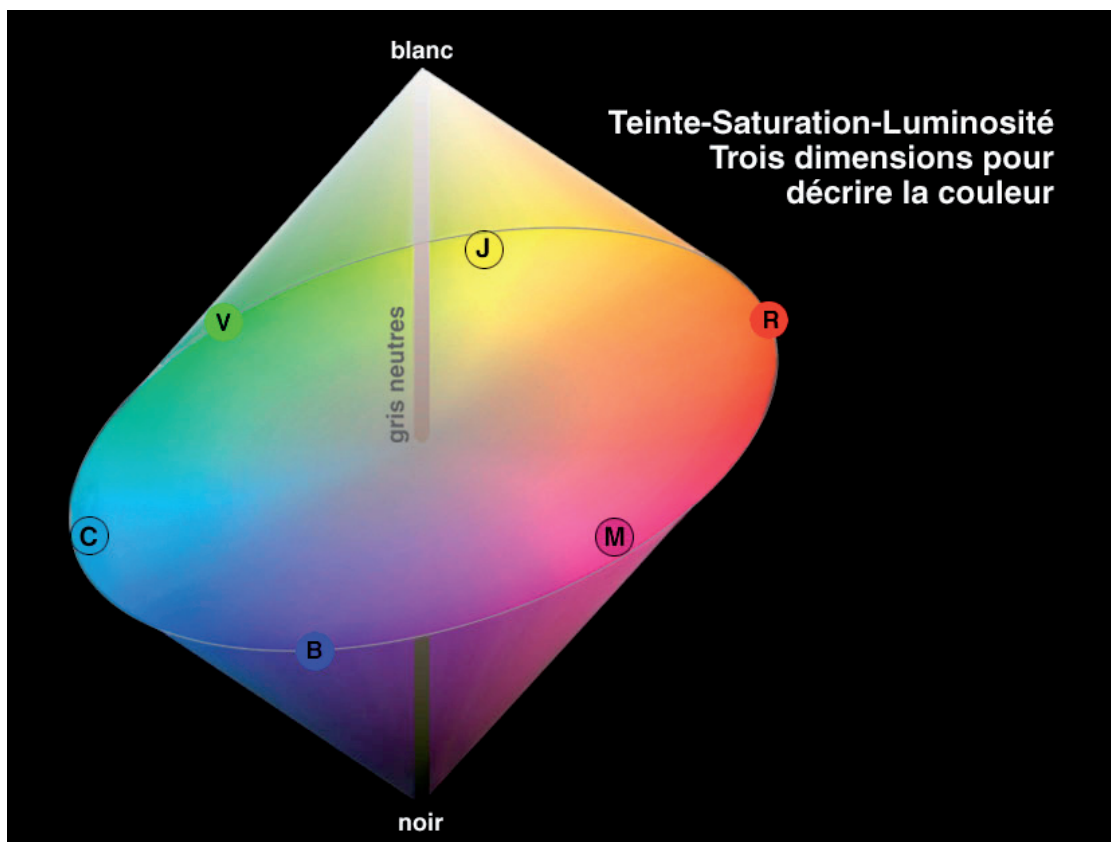
La Teinte (couleur dans le langage courant) dépend de sa position sur le cercle sur 360°.

La Saturation (pureté : notion de couleur «vive» ou «terne») varie de 0 à 100 %. Une couleur est plus ou moins saturée selon sa position par rapport à l'axe du volume

qui représente les gris neutres. Une couleur saturée à 100 % se situe sur le périmètre du cercle. Lorsqu'une couleur se rapproche de l'axe des gris, elle se «décolore» et elle tend vers une Saturation = 0, le gris neutre : elle se dé-sature.

La Luminance (notion de couleur plus claire ou plus foncée) varie de 0 à 100 % selon la position dans la hauteur du volume. Une couleur s'éclaircit lorsqu'elle remonte vers le blanc à Luminance 100 % . Inversement, la couleur devient plus sombre en descendant vers le noir à 0 % de lumière.

Ce concept TSL a été utilisé jusqu'à ce jour pour les recherches sur la couleur et demeure à l'origine du principe des espaces chromatiques actuels.



## Les espaces chromatiques : CIE 1931 et CIELAB

Chaque matériel ou environnement possède son «espace colorimétrique» qui fixe les limites de sa gamme de couleurs reproductibles. Ces «espaces couleurs» sont caractérisés par des appareils de mesure (colorimètres, spectrophotomètres) qui décrivent chaque couleur par des valeurs chiffrées selon des modèles mathématiques en 3D mis au point par la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage)... depuis 1913 !

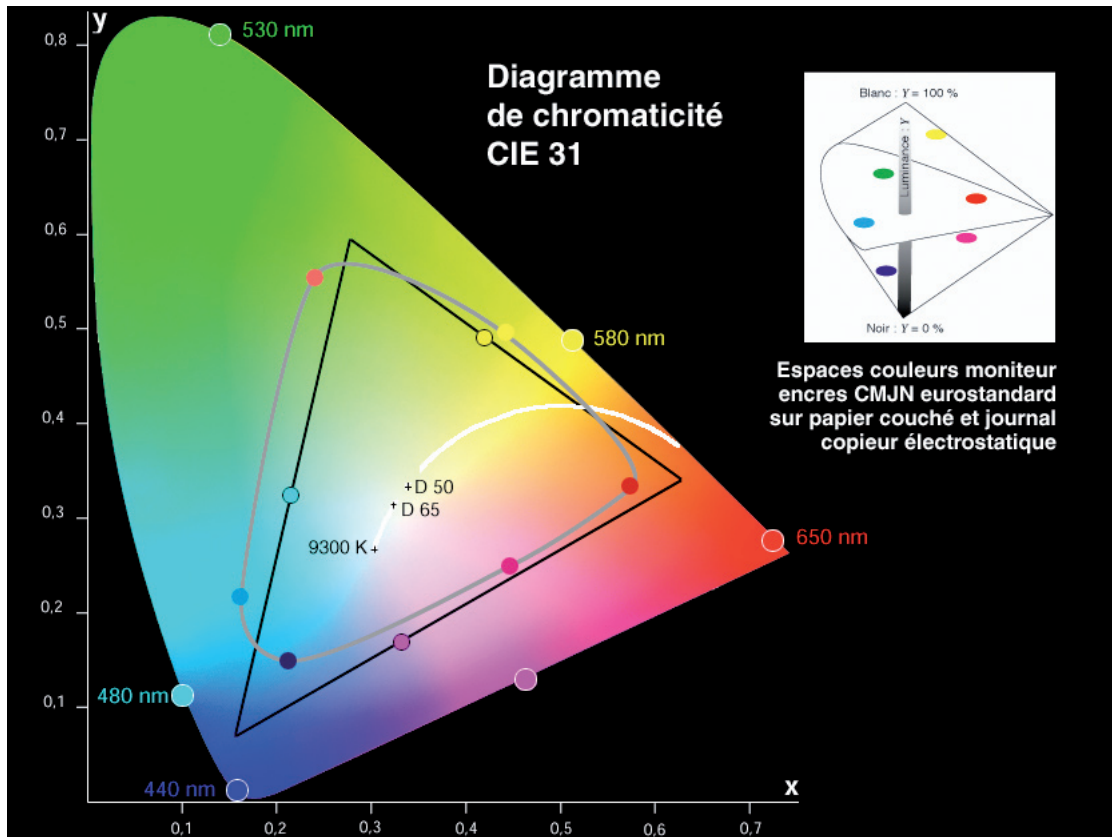
Le diagramme de chromaticité CIE de 1931 (page suivante) représente sur 2 axes xy les coordonnées de la chrominance d'une couleur (sa Teinte et sa Saturation). Il faut imaginer la 3<sup>e</sup> dimension du volume axé sur la ligne des gris neutres aux coordonnées 0,33 / 0,33 en xy. Dans la hauteur du volume, la Luminance s'exprime en valeurs Y de 0 % (le noir) à 100 % (le blanc). Après mesures à l'aide d'un colorimètre,

l'espace couleur d'un moniteur est modélisé (triangle noir) afin de visualiser les limites de la gamme de couleurs que l'écran est capable de restituer. Le tracé gris représente l'espace couleur reproductible en imprimerie avec des encres offset européenne sur papier couché brillant. Les débordements du triangle noir (notamment dans la pointe bleue) montrent que toutes les couleurs visibles sur l'écran ne sont pas reproductibles par l'imprimeur, en particulier les couleurs les plus saturées.

Les recherches de la CIE ont abouties au modèle CIELAB en 1976 qui identifie les couleurs telles que nous les percevons, indépendamment de tout matériel ou procédé.

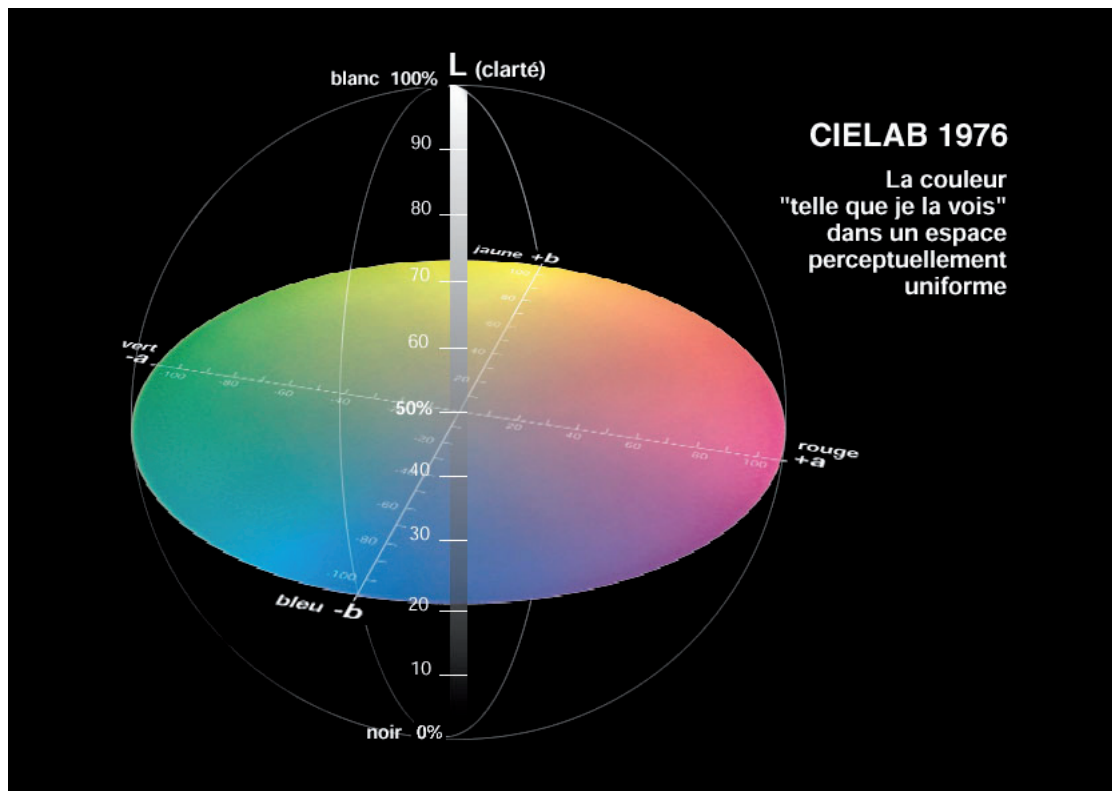
Ce modèle est un standard de référence, d'où la notion de «vraie couleur» lorsqu'une couleur est exprimée en valeurs  $L^*a^*b^*$ .





Les couleurs sont positionnées par rapport à deux axes a et b, principe selon lequel la sensation colorée est décryptée dans notre système visuel : une couleur est composée d'une proportion de vert - rouge (axe a) ou de jaune - bleu (axe b). Ce concept, basé sur l'étude de notre vision, fait du CIELAB, un mode de mesure fiable et réaliste. Il n'y a pas de similitude des couleurs rou-

ge-vert-jaune-bleu avec le RVB. Exemple : le rouge du CIELAB correspond plutôt à un Magenta. Les coordonnées ab expriment la Chrominance (Teinte-Saturation) et la «clarté» (Luminance) est indiquée par la valeur de L de 0 à 100 %, du noir au blanc, selon la position de la couleur dans la hauteur du volume. Les deux modes de lecture présentes sont convertibles : xy en ab et Y en L.



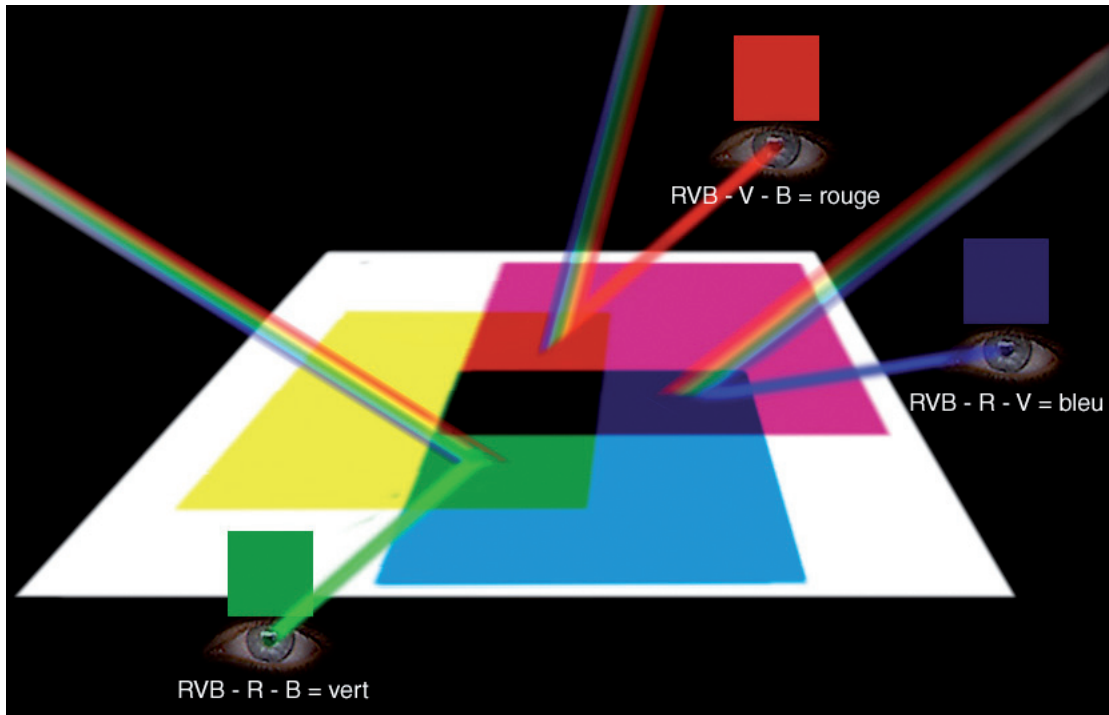
## Les mêmes chiffres ne produisent pas les mêmes couleurs !

Différents écrans de télévision n'ont pas le même rendu des couleurs à partir d'une émission identique.

Une situation comparable se retrouve dans la chaîne graphique numérique : les mêmes chiffres qui identifient une couleur sont interprétés différemment et ne produisent donc pas la même couleur du fait de la diversité des matériels, des procédés et des utilisateurs. Le concept de «gestion des couleurs» consiste à prendre en compte ces caractéristiques variables puis à convertir les chiffres pour adapter le fichier aux

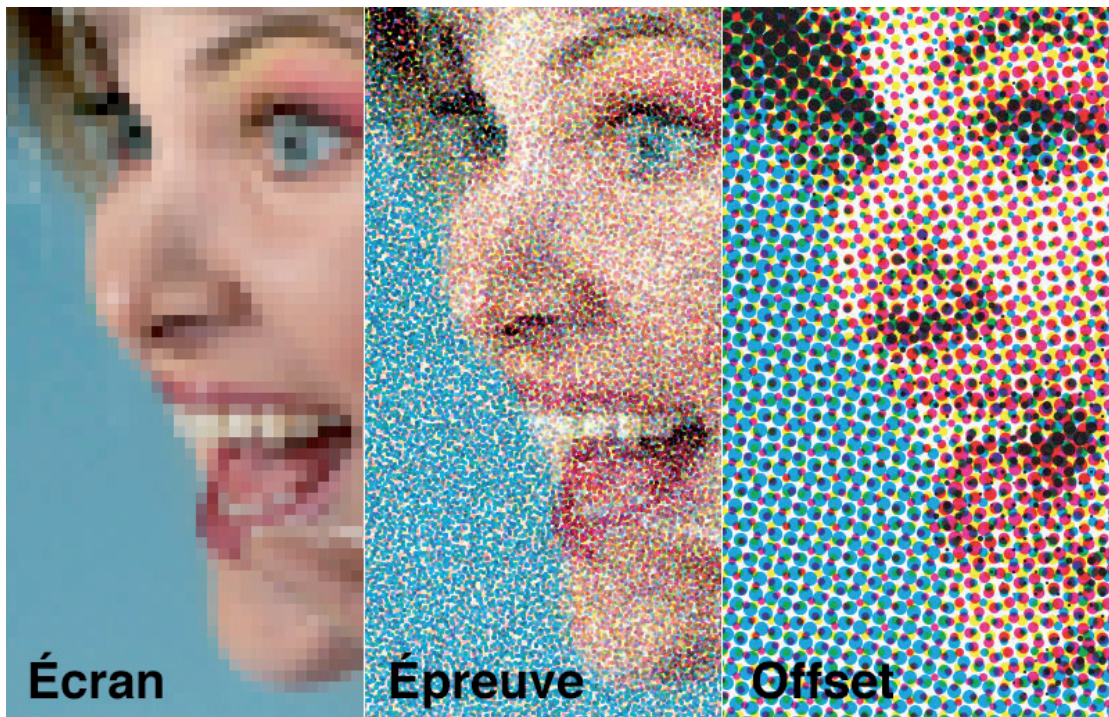
diverses destinations afin de conserver la «vraie couleur» à toutes les étapes du flux de production.

Les écarts de rendu des couleurs proviennent de causes diverses : les réglages et la stabilité des outils d'une part et d'autre part les caractéristiques propres à chaque matériel et procédé. Quel RVB écran ? Quel Gamma du système ? Quels Luminance et contraste écran ? Quel CMJN ? Quel procédé de reproduction ? A quelles densités ? Sur quel papier ? Selon quel engraissement ?...



De l'écran à l'impression, la couleur «lumière» devient couleur «matière» et la structure de l'image passe du pixel à la «tâche d'encre» en épreuve pour finir en

point de trame à l'impression offset. Comment assurer une cohérence des couleurs malgré ces différences fondamentales ?



## Gérer les différences et adapter les fichiers

**Objectif :** assurer la fidélité des couleurs, anticiper le rendu final, contrôler et garantir des couleurs reproductibles dans toutes les étapes de la fabrication, de la prise de vue à l'impression industrielle.

La mise en œuvre de la gestion de la couleur s'opère par étapes :

### 1 • Calibrer, stabiliser

Calibrer chaque matériel de la chaîne graphique consiste, dans un premier temps, à optimiser l'outil dans ses meilleures performances conformément aux normes du constructeur ou par rapport à des valeurs cibles.

Il est impératif que ces réglages restent stables dans le temps afin de garantir la suite du processus.

Calibrer un moniteur nécessite un colorimètre qui mesure la lumière émise par l'écran et un logiciel pilote qui adapte les valeurs afin de respecter des normes et standards reconnus. Ainsi, deux moniteurs calibrés selon les mêmes standards affichent des couleurs identiques pour un même fichier malgré leurs différences de marque, de procédé (LCD ou TFT) et d'usure.

Calibrer un scanner, c'est choisir le meilleur paramétrage afin qu'il délivre le maximum d'informations issues de l'analyse du document. Idem pour un appareil photo numérique. Calibrer une imprimante consiste à la stabiliser dans son meilleur état de fonctionnement.

### 2. Caractériser, créer les «profils»

À la suite du calibrage, la caractérisation consiste à mesurer le comportement d'un outil et en établir le «profil». Chaque périphérique de la chaîne est caractérisé à l'aide de chartes de couleurs normalisées et d'outils de mesure, colorimètre ou spectrophotomètre associés à leur logiciel pilote.

Le profil est un fichier qui contient les informations concernant les caractéristiques de l'outil (moniteur, scanner, imprimante...) tels que son espace colorimétrique, la référence du blanc, ainsi que des tables de correspondance de couleurs, instructions nécessaires pour effectuer les calculs lors d'une conversion des données d'un fichier.

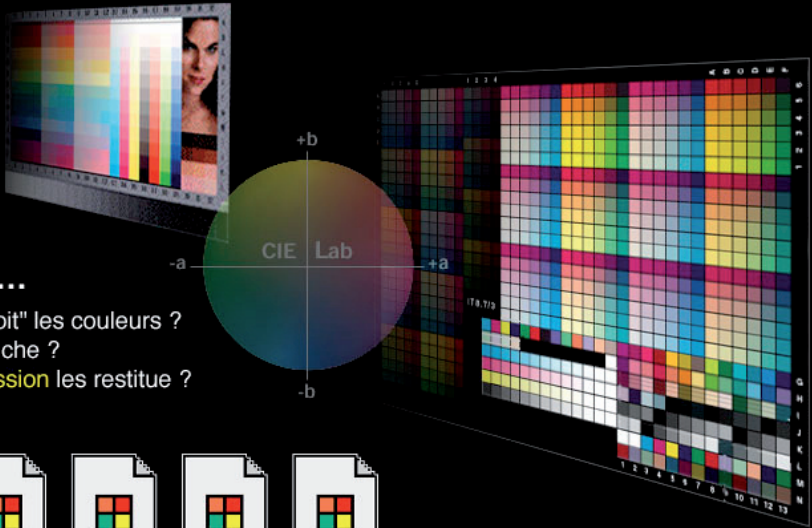
Véritable «carte d'identité», le profil permet de mémoriser le comportement d'un matériel mesuré dans un état de fonctionnement défini et stable (calibrage). Le profil est enregistré selon les prescriptions du standard international ICC qui assure une utilisation multi-environnement (Mac OS, Windows, UNIX...).

La phase de caractérisation nécessite d'abord un calibrage fiable du matériel afin que le profil conserve sa pérennité. Chaque périphérique de la chaîne est identifié dans le système par son profil ICC.

Ne pas confondre les deux étapes du processus : calibrage et caractérisation.


## 2 • Caractériser


### Mesurer le comportement et créer les "profils"





**Comment...**


- Le scanner "voit" les couleurs ?
- L'écran les affiche ?
- L'outil d'impression les restitue ?

  
Scanner

  
Moniteur

  
Imprimante

  
copieur

  
Offset



### 3. Harmoniser les rendus de couleurs

L'objectif est de tirer parti des deux opérations précédentes à l'aide d'un système de gestion capable d'établir les correspondances colorimétriques entre les différents périphériques et d'harmoniser le rendu des couleurs sur l'ensemble de la chaîne graphique. Les mêmes chiffres produisant des couleurs différentes selon l'outil utilisé, le principe consiste à modifier ces chiffres pour les adapter aux diverses destinations et obtenir ainsi des couleurs identiques (ou les plus proches possibles). Pour réaliser cette étape de conversion des fichiers, Apple™, avec ColorSync™, met à disposition une architecture système sur Mac OS, un chef d'orchestre,

qui favorise le dialogue entre :

- les applications (mise en page, dessin, traitement d'image...) par l'intermédiaire de boîtes à outils, les API (Application Programming Interface)
- les différents profils ICC de chaque périphérique (fichiers .ICC ou .ICM pour Windows).
- le «moteur» de conversion, CMM (Color Matching Method), logiciel intégré à l'architecture ColorSync, qui réalise les calculs lors de la conversion des données numériques en utilisant les informations contenues dans les profils.

**3 • Harmoniser le rendu des couleurs**

Gérer les écarts colorimétriques entre les outils  
Anticiper par simulation les couleurs du résultat final

Couleurs source

Couleurs de destination

ColorSync®  
ColorSync,  
au cœur du système,  
recalculé les données  
numériques...

Scanner Mon écran Imprimante copieur Offset 4 C

Les profils ICC contiennent les caractéristiques de chaque périphérique.

Dans Mac OS, lorsqu'une application est chargée de reproduire une couleur, elle fait appel à ColorSync, en attente dans le système. La couleur source (ex.: RVB du scanner) est d'abord traduite en Lab selon les informations du profil du scanner.

La «vraie couleur» ainsi décelée est ensuite convertie selon le profil de «destination» afin d'adapter les bons chiffres au périphérique cible dans le but de reproduire la couleur le plus fidèlement possible. Idem pour Windows avec ICM.

### Conseils

Il est recommandé de travailler dans des environnements standards pour assurer une bonne communication des fichiers et des conversions. Les espaces «de travail» courants reconnus :

- le SRVB, réservé plutôt au multimédia et à la photo «grand public», est trop réduit pour des utilisations professionnelles.
- ColorMatch, standard dans les domaines graphiques - édition - impression, demeure limité dans certaines couleurs

- Adobe RVB, plus étendu, est couramment utilisé dans la photo pro numérique
- Eurostandard ISO FOGRA pour le CMJN
- les espaces ECI, aux normes européennes, RVB ou CMJN, sont les plus adaptés aux conditions de travail professionnelles ([www.ECI.org](http://www.ECI.org))

Un fichier doit toujours être accompagné de son profil qui indique sa provenance. Sinon, les couleurs ne sont représentées que par des chiffres qui n'ont pas de correspondance avec des couleurs précises.



## L'épreuve, juge de paix

L'épreuve écran (soft proofing) permet de simuler sur un écran les couleurs sorties sur presse (ex.: en offset), ces mêmes couleurs étant simulées par une imprimante pour réaliser le bon-à-tirer. Ainsi, les couleurs finales sont prédictibles dès l'origine du travail.

Un impératif : le périphérique chargé de la simulation doit posséder un espace colorimétrique plus étendu que le périphérique simulé. Une épreuve dite «de contrat» doit être réalisée selon des standards reconnus et comporter une gamme de contrôle mesurable (voir [www.UGRA.ch](http://www.UGRA.ch))

**ColorSync "recalcule" les couleurs afin d'assurer une cohérence colorimétrique quelle que soit la sortie.**

The diagram illustrates the ColorSync process. It features a central 'Espace RVB' (RGB space) with a color wheel. To the left, a photo of a woman is labeled 'couleurs source' (source colors). To the right, three photos of the same woman are labeled 'couleurs de destinations' (destination colors) for 'Imprimante' (Printer), 'Copieur' (Copier), and 'Offset'. A ColorSync logo is in the center.

Ci-dessus : à partir d'une image RVB dont les couleurs sont définies par le profil inséré dans le fichier, la CMM de ColorSync calcule trois quadris différentes selon les trois sorties. Les chiffres CMJN sont donc différents

d'une image à l'autre mais les couleurs des trois sorties sont identiques et comparables à l'image RVB écran. Ce qui permet l'épreuve par simulation. Pour réaliser l'opération, il faut posséder tous les profils en présence.

## Conclusion

Après la mise en place des outils de gestion des couleurs, l'utilisation du processus est transparente pour l'opérateur qui voit sur son écran ou sur son épreuve imprimée une simulation de l'image aux couleurs cohérentes et fidèles.

Il peut ainsi simuler, sur sa configuration, le résultat prévisible chez son interlocuteur à condition d'en posséder les profils.

Anticiper le résultat final dès la vision sur écran, diagnostiquer et prendre les bonnes décisions de corrections chromatiques devient une réalité.

Le gain de temps, le confort de travail, la fiabilité du service rendu, donc le profit, laissent deviner l'intérêt croissant pour ces solutions.

Mais comment procédait-on avant l'arrivée du pré-presse sur micro-ordinateur ? Nous n'avons pas attendu ColorSync pour imprimer en couleurs... «à l'œil». Avant l'arrivée de la P.A.O., des matériels dits « dédiés»

étaient réservés à des professionnels qui dialoguaient entre eux avec un unique standard de rendu de couleurs : l'épreuve de contrôle d'imprimerie de type Cromalin™ ou Matchprint™. Ce «bon-à-tirer», juge de paix reconnu (le seul existant), assurait des réglages stables et bridés dans l'ensemble de la chaîne graphique mais limité à des cas trop exclusifs.

Ces anciens processus sont remis en cause par la profusion de matériels abordables et d'intervenants, la volonté de prédiction précise de la couleur, les choix de qualité et de rentabilité.

Le concept de gestion de la couleur, pour l'évolution de la reproduction et la diffusion d'images, est devenu inéluctable et si le prix de sa mise en œuvre peut paraître excessif, il faudrait se poser la bonne question : combien cela coûte-t-il de ne pas régler le problème ? Quel est le prix de la «non qualité» ? ... et comment travailler sérieusement sans ce minimum de contrôle ?