

LA GESTION DE LA COULEUR

LES ESPACES COULEURS

La notion d'espaces couleurs - ou espaces colorimétriques - est très importante en gestion des couleurs. Le fameux espace de travail de Photoshop est un espace colorimétrique qu'il ne faut pas choisir au hasard car les conséquences seraient importantes en terme de bonne gestion des couleurs. Voyons cela maintenant...

Les modèles colorimétriques

La CIE : La Commission Internationale de l'Eclairage. Elle a effectué de très nombreux travaux sur la couleur à partir des années trente auprès un grand échantillon d'êtres humains.

Il existe plusieurs modèles colorimétriques : RVB, CMJN, LAB ou CIE XYZ. On dit de certains modèles qu'ils dépendent des périphériques et d'autres qu'ils sont indépendants. Enfin, certains sont appelés espaces de travail. Pourquoi ? Lequel choisir dans les logiciels de retouche photo ? A partir duquel peut-on se représenter numériquement *une seule* couleur, celle perçue par un oeil humain standard, pour répondre aux questions posées ci-dessus ?

L'espace CIE XYZ & l'espace LAB

Les couleurs se nuancent en environ huit millions de nuances différentes pour un œil "moyen" (mais performant !). La CIE a eu l'idée de les représenter mathématiquement sur un graphique à trois dimensions (donc en volume) dont deux apparaissent sur la *figure ci-dessous*, qui vous est peut-être familière.

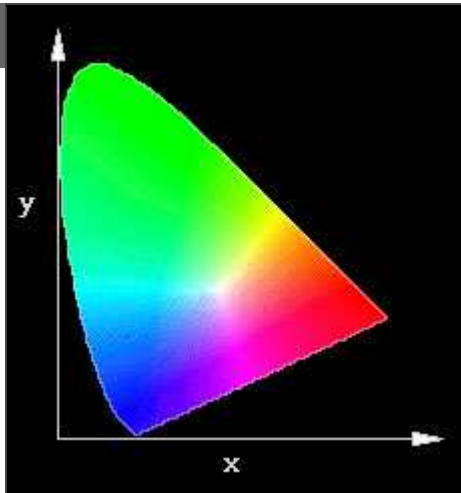
Dans ce contexte, quel est l'ensemble des couleurs que *Tous* les êtres humains pourraient voir s'ils avaient le même œil... parfait, en tout cas moyen ou standard ?

La CIE, après avoir fait des statistiques sur un très grand nombre d'êtres humains a calculé cet ensemble et l'a appelé l'espace CIE XYZ. La *figure ci-dessous* que l'on appelle " diagramme de chromacité " illustre donc l'ensemble des couleurs que les êtres

humains peuvent percevoir potentiellement. L'espace CIE XYZ est donc un espace colorimétrique.

Diagramme de chromacité CIE. C'est la représentation au moyen d'un graphique à deux dimensions de toutes les couleurs potentiellement perceptibles par l'œil humain.

Normalement, pour représenter toutes les couleurs, il faudrait faire la représentation en 3D, en rajoutant un axe Z à ce diagramme. L'axe Z renseigne sur la luminosité de la couleur. Voilà pourquoi, sur la figure de droite en 2D on ne voit pas de couleurs foncées, en dessous ou au-dessus.



Note : pour parler des espaces colorimétriques on parle aussi de GAMUT.

C'est le plus grand des espaces colorimétriques. Chaque couleur y est donc représentée par trois coordonnées : XYZ (Z pour la profondeur donc la luminosité de chaque couleur). Aucune couleur visible par un être humain ne sort de ce diagramme. En dehors de ce diagramme on trouvera les ultraviolets ou les infrarouges.

Dans ce diagramme, à chaque couleur vue par un humain correspond UNE coordonnée XYZ.

Important !

Donc à une donnée CIE XYZ correspond une seule et unique couleur perçue par un œil "standard". Pour se représenter une couleur perçue numériquement dans l'absolu on va donc utiliser ses coordonnées CIE XYZ. Même s'il est représenté autrement graphiquement, l'espace CIE XYZ représente les mêmes couleurs que l'espace Lab. Et bien sûr il existe des correspondances précises pour passer de l'un à l'autre.

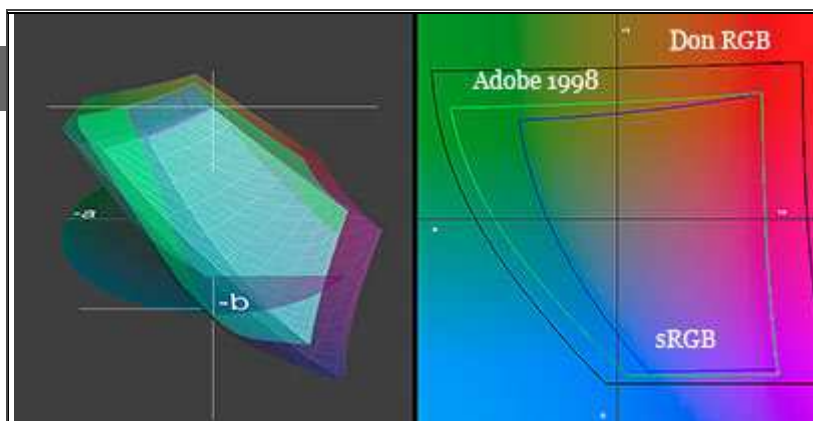
L'espace $L^*a^*b^*$ est donc un espace colorimétrique absolu comme l'espace CIE XYZ duquel il est cependant différent et représenté différemment. Tous les deux représentent l'ensemble des couleurs qu'un œil moyen pourrait voir mais pas de la même façon. La représentation Lab est plus proche de la vision humaine. Le CIE LAB est très utilisé par Photoshop notamment. Il nous servira de plaque tournante - d'intermédiaire - entre les différents profils des appareils pour garder comme base commune absolue les couleurs perçues sans perturbation due aux caractéristiques d'un périphérique. Au lieu de décrire une couleur avec des valeurs XYZ, l'espace LAB les décrit avec des valeurs L, a et b. L pour le niveau de luminosité (de 0 à 100), a pour la couleur du rouge au vert et b pour la couleur du bleu

au jaune (-128 à +128).

D'autres espaces : les espaces RVB / CMJN

Comme vous l'avez sûrement remarqué, à aucun moment il n'a été fait cas de valeurs RVB ou CMJN. Or, nous autres photographes ne travaillons pratiquement qu'avec cela. Les espaces Lab et XYZ n'étant pas assez pratiques lorsque l'on travaille, par exemple, dans Photoshop, ont donc été calculés des espaces couleurs basés sur des modèles colorimétriques RVB ou CMJN. Les couleurs y sont représentées par des valeurs RVB et non par des ésotériques valeurs XYZ, peu parlantes ! Les espaces Adobe 98, sRGB, Don RGB, ECI RGB sont des espaces RVB. Mais un point fondamental distingue ces espaces couleurs de l'espace Lab : ils sont tous plus ou moins grands mais tous plus petits que le Lab comme le montre la figure ci-dessous

Représentation 3D et 2D de trois espaces RVB.
En noir, le plus grand, Don RGB.
En vert, intermédiaire, Adobe 1998.
En bleu, le plus petit, sRGB.



Pour des raisons que nous évoquerons plus loin, ces espaces couleurs ont donc été calculés plus petits que le Lab, mais comme lui, sont neutres. Dans ces trois espaces, pour une valeurs RVB identiques, on aura un gris neutres.

Mais qu'en est-il des espaces couleurs d'appareil photo numériques, de scanners, d'écrans ou encore d'imprimantes ?

Dépendant / indépendant d'un périphérique

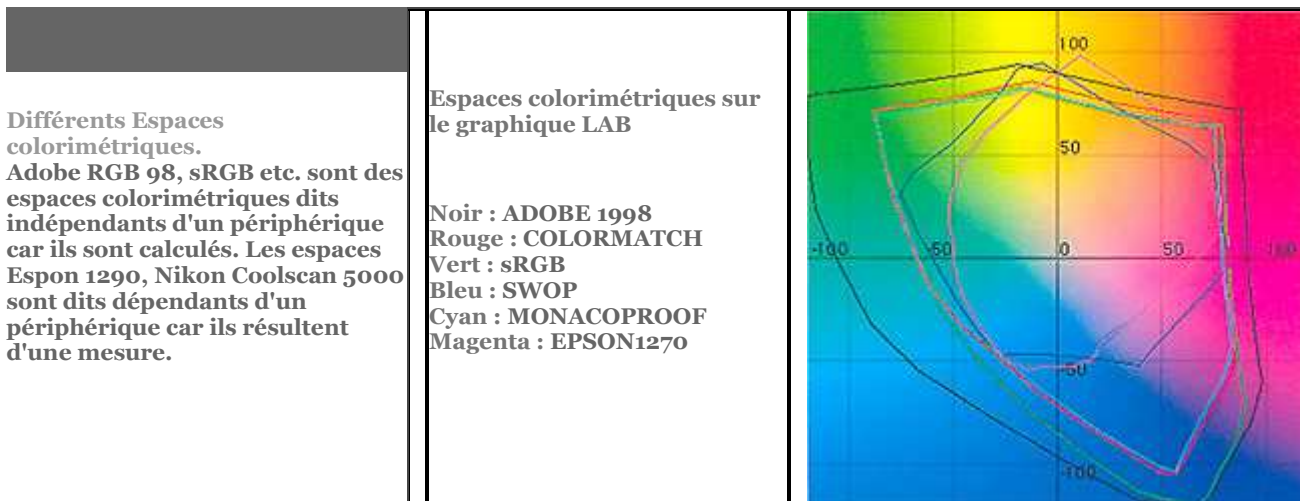
Tout serait parfait dans le monde de la gestion de la couleur si tous les écrans, les scanners et les imprimantes pouvaient reproduire, voir ou afficher toutes les couleurs qu'un être humain peut distinguer et en plus sans introduire de défauts ! Mais ce n'est malheureusement techniquement pas possible.

L'ensemble des couleurs qu'un périphérique peut reproduire - son espace couleurs ou gamut - est toujours plus petit que l'espace LAB à

cause des limitations techniques et quand on lui donne à voir, à afficher, à imprimer, une couleur précise on ne sait pas, tant qu'il n'a pas été calibré et caractérisé - donc tant qu'il ne possède pas de profil ICC -, ce qu'il a réellement perçu, ce qu'il peut réellement afficher ou imprimer. C'est très important là aussi. Les limites de chaque espace de périphérique que l'on ne peut connaître que grâce à son calibrage sont représentées sur *la figure ci-dessous*, et sont la conséquence de :

- Pour les écrans : la luminosité mini/maxi & la saturation maximum de chaque luminophore (donc de la qualité du phosphore utilisé);
- Pour les imprimantes : la profondeur du noir / blancheur du papier & la saturation des colorants ou des pigments des encres;
- Pour les scanners : la D-max & la saturation maximum des filtres RVB.

Sur *la figure ci-dessous*, l'espace $L^*a^*b^*$ est représenté par un carré et les limites des autres espaces par des traits continus de différentes couleurs. A l'intérieur d'un espace de périphériques, chaque couleur LAB est décrite par une valeur RVB donnée pour en tenir compte de ses "défauts" ou plus exactement de ses caractéristiques. Ainsi, si je prends une couleur $L^*a^*b^*$, celle qui se trouve en $a=+50$ et $b=-20$. C'est une couleur magenta commune à tous les espaces. La valeur RVB pour la décrire sera x, y, z pour l'un, x', y', z' pour un autre ou encore x'', y'', z'' pour un troisième.



On voit clairement qu'aucun espace colorimétrique n'est plus grand que l'espace $L^*a^*b^*$. Si je prends comme exemple l'imprimante Epson - trait magenta -, on voit bien que l'ensemble des couleurs qu'elle peut reproduire est nettement inférieur à l'ensemble des couleurs qu'un œil humain peut voir (du moins selon cet axe car on ne voit l'espace que selon un seul plan et non en volume; en volume, les choses sont toujours plus nuancées). C'est plus ou moins important mais il en est de même avec tous les périphériques reproducteurs de couleurs ou les espaces dits indépendants. Donc il est important de distinguer les espaces neutres ("sans défauts") dit "de travail" des espaces dépendants d'un périphérique.

Les espaces dépendants

L'espace couleur qui dépend d'un périphérique décrit :

- Toutes les couleurs que celui-ci peut acquérir (scanner, appareil photo numérique...), afficher (moniteur, écran), ou reproduire (imprimante) par rapport aux couleurs LAB.
- Tous ses "défauts", ses caractéristiques plus exactement. Durant le processus de calibrage et de caractérisation d'un scanner par exemple, l'appareil mesure toutes les couleurs qu'il est capable de "voir" et comment il le fait. Ce sont ses caractéristiques.

On lui donne à voir des couleurs de références - une mire - et il va en distinguer bien d'autres ! Ces informations sont placées dans un fichier spécial : un profil ICC. D'ailleurs, pas plus qu'aucun scanner n'est parfait, aucun appareil de calibrage ne l'est non plus. Même si elles sont minimales, les erreurs dans le profil ICC seront réelles. Ainsi deux appareils de mesure ne donneront pas exactement le même profil ICC pour ce scanner qui pourtant "voit", lui, tout le temps les couleurs de la même manière (hormis quand il vieillit !). Concrètement et *dans tous les cas*, pour ce scanner et ce profil, un même pourcentage de RVB ne donnera pas un gris neutre parfait. Selon la qualité du profil, le gris sera plus ou moins neutre mais pas parfait.

Les espaces indépendants

Dans un espace indépendant d'un périphérique, l'espace des couleurs possibles résulte d'un calcul et non d'une mesure. Il est donc plus ou moins grand mais neutre. Un même pourcentage de RVB donnera bien un gris parfaitement neutre. C'est le cas, je le répète du L*a*b* mais aussi du sRGB, Adobe 1998, DonRGB, Prophoto... L'espace sRGB a par exemple été créé pour servir de plus petit dénominateur commun en informatique et en imagerie numérique dans le monde. Comme il contient peu de couleurs dans l'absolu, tous les appareils récents savent les gérer. Nous verrons lors du chapitre sur la conversion d'une image pour il est important que les espaces couleurs RVB soient notablement plus petits que l'espace Lab.

Conclusion provisoire

Une des "missions" de la gestion des couleurs est donc de faire retranscrire les mêmes couleurs d'un point de vue perceptif, c'est-à-dire telles que vues par un œil normal - une couleur LAB - par des appareils qui possèdent un espace plus ou moins grand et des "défauts". Si je prends l'exemple d'une imprimante, la difficulté sera d'imprimer toutes les couleurs de mon image à l'écran vues par mon APN alors que normalement celle-ci ne sait pas le faire avec ses encres CMJN. C'est pourquoi il existe des outils appelés outils de conversion ou CMM et des profils ICC comme nous allons le voir maintenant.

La gestion des couleurs sert :

- **A déterminer à quelles couleurs LAB - les "vraies" couleurs perçues par un œil moyen - correspondent les valeurs RVB ou CMJN d'un périphérique.**
- **Et bien sûr à conserver cette couleur d'un périphérique à un autre - qu'il puisse ou pas reproduire cette couleur a priori ! Le tirage final doit ressembler au niveau des sensations visuelles à l'original.**