

## Modélisation informatique de la couleur - Synthèse additive des couleurs

### . Système RGB (Red, Green, Blue) ou RVB (Rouge, Vert, Bleu)

C'est le principe de la synthèse additive des couleurs des écrans d'ordinateurs.

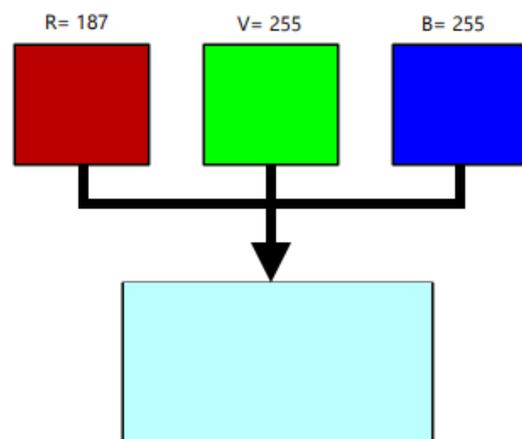
Toute couleur est obtenue en ajoutant différentes quantités de rouge, de vert et de bleu qui sont les seules couleurs dont on dispose à la base.

En effet, Les écrans d'ordinateur (cathodique, LCD), et d'une manière générale les systèmes de formation d'image numérique, fonctionnent sur le principe du mélange additif. Chaque pixel de l'écran est constitué de trois cellules, une verte, une bleue et une rouge. L'intensité lumineuse émise par ces cellules est ajustée pour produire la couleur voulue

Les images numériques destinées à l'affichage sur ces écrans sont codées en RVB. Elles comportent une couche rouge, une couche verte et une couche bleue. Chaque couche, le plus souvent codée sur 8 bits (valeurs de 0 à 255) représente le niveau d'intensité qui doit être délivré par la cellule correspondante sur l'écran.

Ces quantités de rouge, de vert et de bleu peuvent être exprimées sous forme de pourcentage (entre 0 et 1) ou sous forme de nombres (généralement compris entre 0 et 255) :

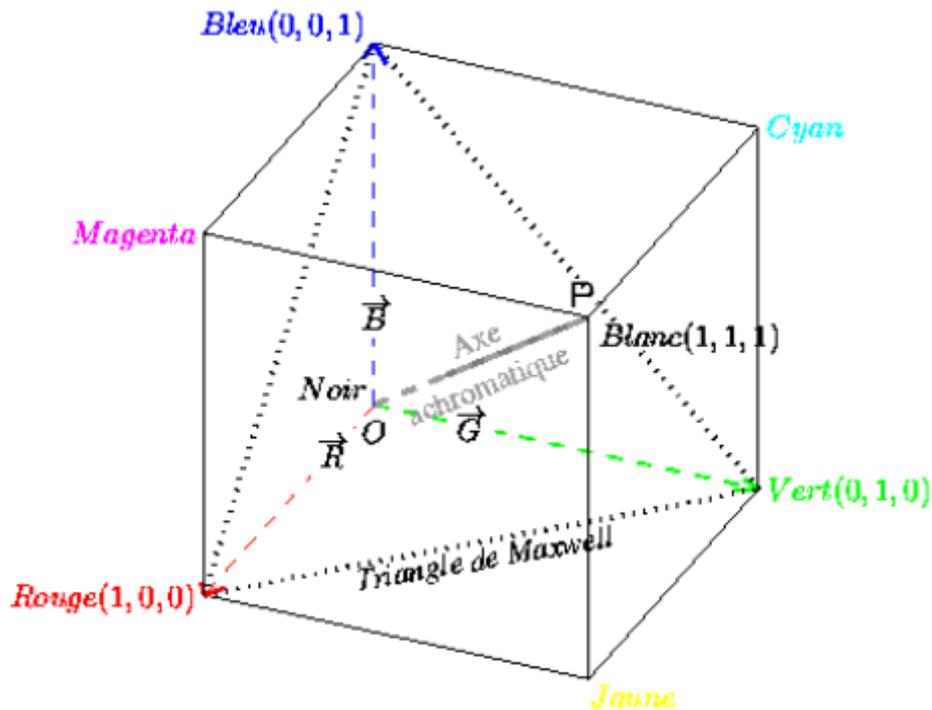
	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>B</b>
<b>Noir</b>	0	0	0
<b>Bleu</b>	0	0	255
<b>Vert</b>	0	255	0
<b>Cyan</b>	0	255	255
<b>Rouge</b>	255	0	0
<b>Magenta</b>	255	0	255
<b>Jaune</b>	255	255	0
<b>Blanc</b>	255	255	255



Si on note R, V et B les trois couleurs primaires utilisées, une couleur C peut s'écrire comme la combinaison linéaire :

$$\vec{C} = r\vec{R} + v\vec{V} + b\vec{B} \quad (r, v, b \text{ sont les intensités relatives variables des trois couleurs})$$

Le système RGB peut être représenté sous la forme d'un cube (espace des couleurs et triangle de Maxwell) :

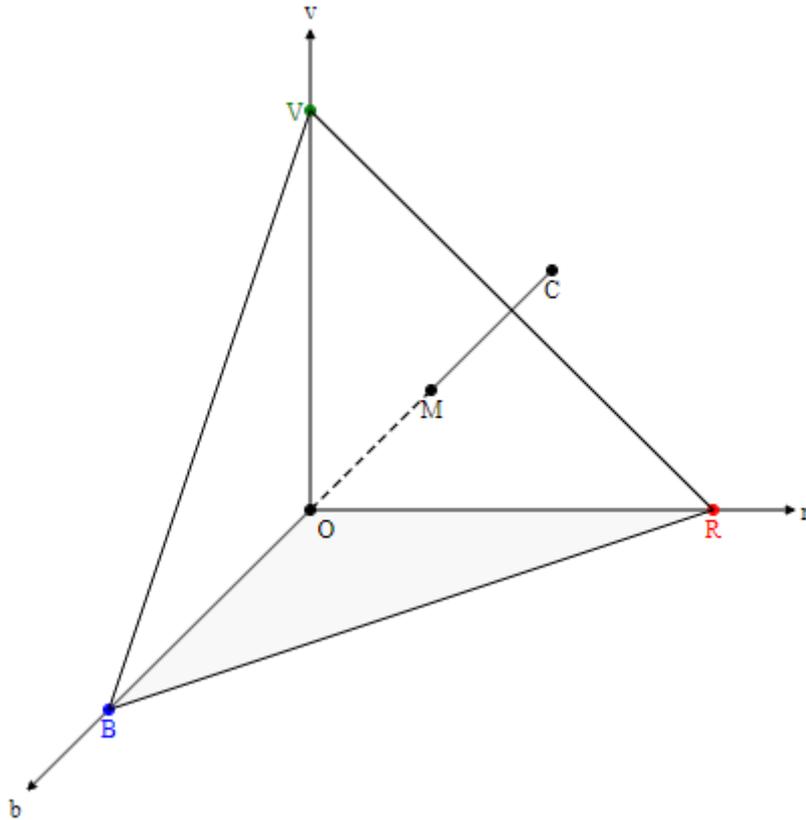


Les coefficients réels  $(r, v, b)$  sont positifs. Par convention, on peut les choisir dans l'intervalle  $[0,1]$ .

Pour représenter géométriquement les couleurs, on représente les primaires par une base orthonormée et on place le noir à l'origine  $O$ . L'ensemble des couleurs est alors contenu dans un cube de côté 1. Le point  $P (1,1,1)$  est le sommet du cube opposé à  $O$ .

Soit  $C (r, g, b)$  un point représentant une couleur. Lorsqu'on multiplie tous les coefficients  $(r, g, b)$  par une même constante, on ne change pas la qualité d'une couleur, que l'on appelle sa chromaticité, mais seulement sa luminosité. Ainsi, toutes les couleurs de la droite  $OC$  sont perçues avec la même chromaticité. En particulier, les points de la diagonale  $OP$  sont des points neutres, c'est-à-dire des gris, obtenus par un mélange égal des trois primaires. Le point  $O (0,0,0)$  est le noir, le point  $P (1,1,1)$  est le blanc.

Considérons le plan d'équation  $r+v+b=1$  qui passe par les points  $R (1,0,0)$ ,  $V (0,1,0)$  et  $B (0,0,1)$ . Ces 3 points définissent dans ce plan un triangle appelé triangle de Maxwell. L'intersection de la droite  $OC$  avec ce triangle est le point  $M$ . La position de ce point dans le triangle suffit à déterminer la chromaticité de la couleur. D'un point de vue chromatique, toutes les couleurs sont donc représentables dans le triangle de Maxwell. Les coordonnées trichromatiques  $(r, v, b)$  vérifient alors  $r+v+b=1$ .

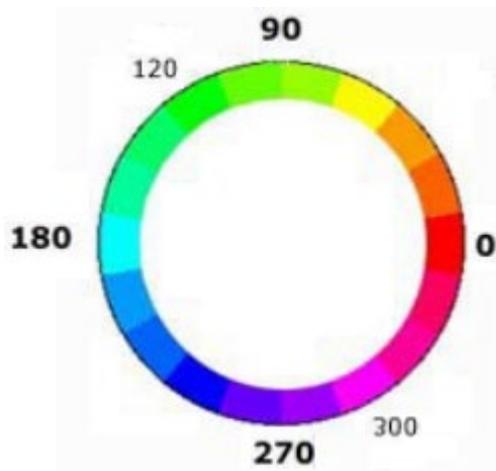


. Système TSL (ou HSL)

Toute couleur est décrite par :

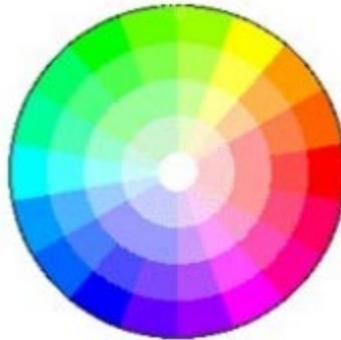
- une Teinte (Hue)
- une Saturation (Saturation)
- une Luminance (Luminance)

La teinte permet de déterminer la couleur souhaitée à partir des couleurs rouge, vert et bleu. Elle est exprimée par un nombre qui est sa position angulaire sur le cercle chromatique. La teinte est donc un angle dans l'intervalle  $[0,360]$  :



Ex : rouge : 0 ; vert : 120 ; magenta : 300.

La saturation mesure l'intensité ou la pureté d'une couleur, c'est-à-dire le pourcentage de couleur pure par rapport au blanc. La saturation permet donc de distinguer une couleur vive d'une couleur pastel.

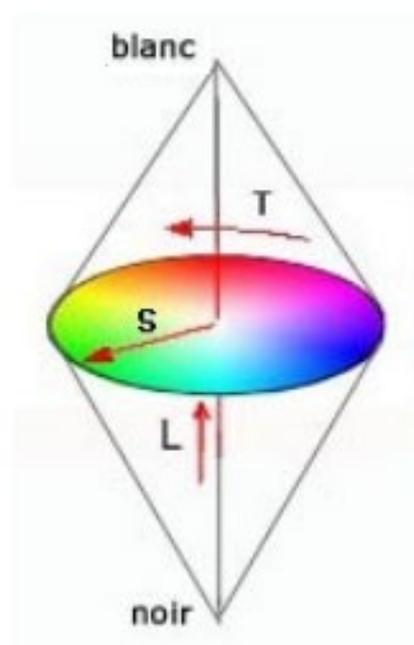


La saturation est représentée sur le rayon du cercle, par un pourcentage de pureté : elle est maximale sur le cercle (100% ou 1) et minimale au centre (0 = gris)

La luminance permet de définir la part de noir ou de blanc dans la couleur désirée (couleur claire ou sombre).

L'ensemble des couleurs est représenté à l'intérieur d'un double cône. La luminance varie sur l'axe vertical du double cône (axe des gris) du noir en bas au blanc, en haut.

La luminance est exprimée par un pourcentage : de 0% (noir) à 100% (blanc).



En résumé :

- Une augmentation de la luminance d'une couleur la fait tendre vers le blanc.
- Une diminution de sa luminance la fait tendre vers le noir.
- Une diminution de la saturation fera tendre cette couleur vers le gris (axe du double cône).

## . Conversion RGB/TSL

On définit la luminance comme le maximum de r, g, b. Voici, l'algorithme qui permet de calculer la teinte (T), la saturation (S) et la luminance (L) :

$$Max = \max(r, g, b)$$

$$Min = \min(r, g, b)$$

$$C = Max - Min$$

$$L = Max$$

$$S = \frac{C}{L}$$

$$T = 60 \frac{v-b}{C} \quad [360] \quad \text{si } Max = r$$

$$T = 120 + 60 \frac{b-r}{C} \quad \text{si } Max = v$$

$$T = 240 + 60 \frac{r-v}{C} \quad \text{si } Max = b$$

Si C=0, il s'agit d'une couleur neutre (trois couleurs égales) pour laquelle la teinte n'est pas définie et la saturation nulle. Les valeurs de S et L sont dans l'intervalle [0,1]. La teinte est un angle dans l'intervalle [0,360].

## . Conversion TSL/RGB

D'après l'algorithme de conversion RGB/TSL, on a C=LS et Min=L-C et suivant l'intervalle dans lequel la teinte T se trouve, on calcul les valeurs de r, v, et b :

$T \in [300, 360]$	$r = L$	$v = L - C$	$b = v + C(360 - T) / 60$
$T \in [0, 60]$	$r = L$	$b = L - C$	$v = b + C(T / 60)$
$T \in [60, 120]$	$v = L$	$b = L - C$	$r = b + C(120 - T) / 60$
$T \in [120, 180]$	$v = L$	$r = L - C$	$b = r + C(T - 120) / 60$
$T \in [180, 240]$	$b = L$	$r = L - C$	$v = r + C(240 - T) / 60$
$T \in [240, 300]$	$b = L$	$v = L - C$	$r = v + C(T - 240) / 60$