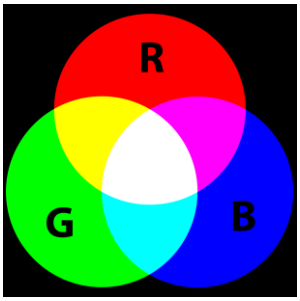
Chapitre 6.3 – Les couleurs dans un *ray tracer*

La couleur

Une couleur $\ddot{\vec{S}}$ est un triplet représentant les trois canaux de couleur élémentaire rouge (*red*), vert (*green*) et bleu (*blue*). Un canal doit idéalement avoir une valeur entre 0 et 1 afin d'éviter la saturation[1]:



https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model

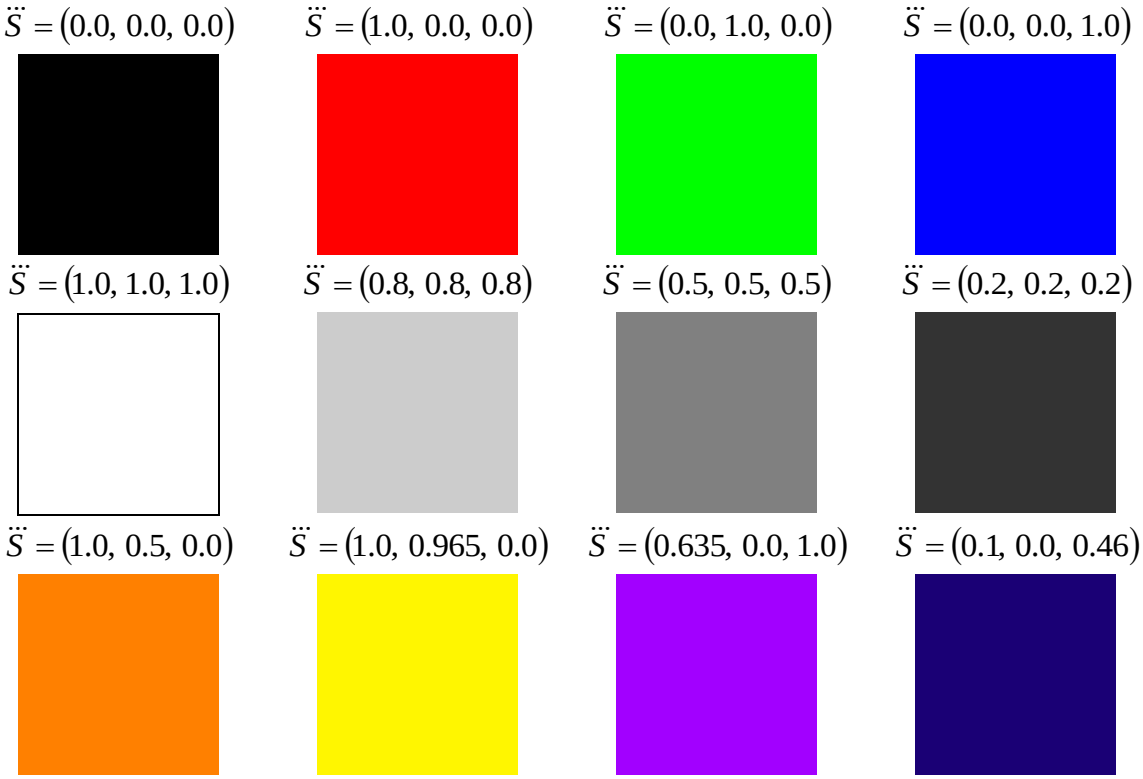
$$\ddot{\vec{S}} = \left(S_{\mathrm{R}},\, S_{\mathrm{G}},\, S_{\mathrm{B}}\right)$$

où S_{R} : Niveau de rouge dans la couleur de la surface ($S_{\mathrm{R}} \in [0..1]$).
S_{G} : Niveau de vert dans la couleur de la surface ($S_{\mathrm{G}} \in [0..1]$).
S_{B} : Niveau de bleu dans la couleur de la surface ($S_{\mathrm{B}} \in [0..1]$).

On utilise la notation S_λ pour désigner un canal quelconque d'une couleur $\ddot{\vec{S}}$ dans une équation mathématique utilisant des couleurs :

$$S_\lambda \quad \text{tel que} \quad \lambda \in \{\mathrm{R, G, B}\} \quad \text{et} \quad S_\lambda \in [0..1]$$

Voici différentes représentations de couleur en fonction du vecteur couleur $\ddot{\vec{S}}$:



[1] La majorité des logiciels ou classe (comme *BufferedImage* de java) n'accepte pas un canal de couleur supérieur à 1.

L'addition des couleurs

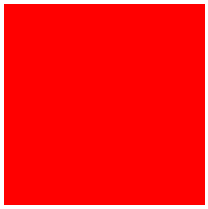
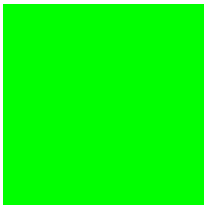
L'addition de deux couleurs $\vec{\vec{S}}_X$ et $\vec{\vec{S}}_Y$ permet d'obtenir une **couleur amplifiée** $\bar{S}_{X+Y}$ plus lumineuse. L'addition s'effectue en additionnant les composantes des vecteurs des couleurs $\vec{\vec{S}}_X$ et $\vec{\vec{S}}_Y$ canal λ par canal λ :

$$\vec{\vec{S}}_X + \vec{\vec{S}}_Y = \left(S_{RX} + S_{RY},\ S_{GX} + S_{GY},\ S_{BX} + S_{BY}\right)$$

où $S_{\lambda X}$: Canal λ de la couleur S_X. ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

$S_{\lambda Y}$: Canal λ de la couleur S_Y. ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

$\vec{\vec{S}}_X = (1.0,\ 0.0,\ 0.0)$ + $\vec{\vec{S}}_Y = (0.0,\ 1.0,\ 0.0)$ = $\vec{\vec{S}} = (1.0,\ 1.0,\ 0.0)$

Saturation d'une couleur

Lorsque l'on réalise des additions de couleur, il est possible qu'un canal S_λ **sature** ce qui correspond à avoir une **valeur supérieure à 1**. Il est primordial de régler cette situation avant de dessiner cette couleur. Il existe plusieurs algorithmes complexes[2] pour gérer cette situation.

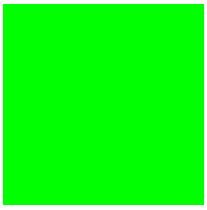
L'algorithme le plus simple consiste à réduire à tous les canaux excédant la valeur limite (qui est de 1) à la valeur limite. Avec la fonction mathématique « min », on peut alors formater toutes les couleurs de façon adéquate avant qu'elle soit affichée avec l'équation

$$\vec{\vec{S}}_{aff} = \min\left(\vec{\vec{S}}, 1.0\right) = \left(\min\left(S_R, 1.0\right), \min\left(S_G, 1.0\right), \min\left(S_B, 1.0\right)\right)$$

où la fonction $\min\left(S_\lambda, 1.0\right)$ prend la valeur la plus petite entre S_λ et 1.0 pour chaque canaux R, G et B de la couleur à afficher $\vec{\vec{S}}_{aff}$.

Voici un exemple d'addition de deux couleurs avec la normalisation à l'affichage :

$\vec{\vec{S}}_X = (1.0,\ 0.5,\ 0.0)$ + $\vec{\vec{S}}_Y = (0.0,\ 1.0,\ 0.0)$ = $\vec{\vec{S}} = (1.0,\ 1.5,\ 0.0)$

$\vec{\vec{S}}_{aff} = (1.0,\ 1.0,\ 0.0)$

[2] On peut normaliser la saturation en fonction du canal plus dominant dans la couleur. Le canal dominant ce fait réduire à 1.0 et les autres se font diviser par un facteur de proportion (exemple $S_{\lambda\,max}$).

La multiplication d'une couleur par un scalaire

La multiplication d'une couleur $\ddot{S}_X$ par un scalaire k correspond à **accentuer** ($k > 1$) ou **atténuer** ($k < 1$) chacun des canaux de la couleur $\ddot{S}_X$ par une facteur commun en multipliant chaque canal $S_{\lambda X}$ par le scalaire k. À moins d'une application très particulière, une couleur est traditionnellement toujours positive ce qui interdit l'existence d'un scalaire négatif (doit respecter $k > 0$) :

$$k\,\ddot{S} = \left(k\,S_R,\ k\,S_G,\ k\,S_B\right)$$

où $S_{\lambda X}$: Canal λ de la couleur S_X. ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

$S_{\lambda Y}$: Canal λ de la couleur S_Y. ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

$k = 0.6$ $\quad \ddot{S} = (0.8, 1.0, 0.5)$ $\quad = \quad k\,\ddot{S} = (0.48, 0.6, 0.3)$

$k = 1.5$ $\quad \ddot{S} = (0.9, 0.5, 0.8)$ $\quad = \quad k\,\ddot{S} = (1.35, 0.75, 1.2)$

(Attention : couleur saturée !!!)

($\ddot{S}_{aff} = (1.0, 0.75, 1.0)$)

La multiplication entre deux couleurs

La multiplication entre deux couleurs $\ddot{S}_X$ et $\ddot{S}_Y$ correspond à effectuer un **filtrage** entre deux couleurs. La multiplication nécessite le produit d'un par de composante $S_{\lambda X}$ et $S_{\lambda Y}$ que l'on attribue à la composante de la couleur résultante :

$$\ddot{S}_X \ddot{S}_Y = \left(S_{RX}S_{RY},\ S_{GX}S_{GY},\ S_{BX}S_{BY}\right)$$

où $S_{\lambda X}$: Canal λ de la couleur S_X. ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

$S_{\lambda Y}$: Canal λ de la couleur S_Y. ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

$\ddot{S}_X = (0.5, 0.3, 0.7)$ $\quad \ddot{S}_Y = (0.2, 1.0, 0.4)$ $\quad = \quad (0.1, 0.3, 0.28)$