

Chapitre 7.3 – Les couleurs dans un *ray tracer*

La couleur

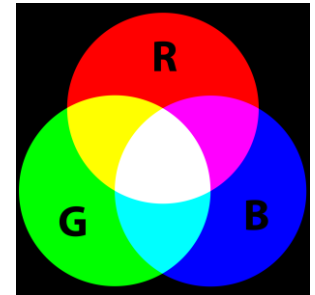
Une couleur $\ddot{S}$ est un triplet représentant les trois canaux de couleur élémentaire rouge (*red*), vert (*green*) et bleu (*blue*). Un canal doit idéalement avoir une valeur entre 0 et 1 afin d'éviter la saturation¹:

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

où S_R : Niveau de rouge dans la couleur de la surface ($S_R \in [0..1]$).

S_G : Niveau de vert dans la couleur de la surface ($S_G \in [0..1]$).

S_B : Niveau de bleu dans la couleur de la surface ($S_B \in [0..1]$).



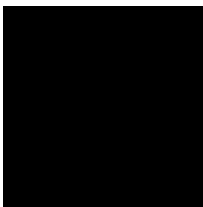
https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model

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

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

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

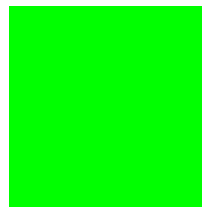
$$\ddot{S} = (0.0, 0.0, 0.0)$$



$$\ddot{S} = (1.0, 0.0, 0.0)$$



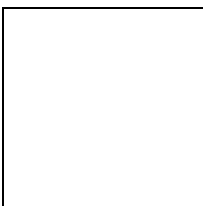
$$\ddot{S} = (0.0, 1.0, 0.0)$$



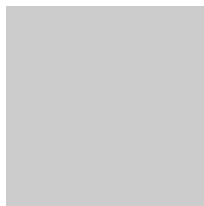
$$\ddot{S} = (0.0, 0.0, 1.0)$$



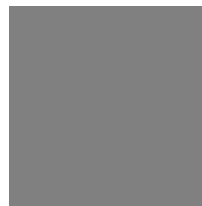
$$\ddot{S} = (1.0, 1.0, 1.0)$$



$$\ddot{S} = (0.8, 0.8, 0.8)$$



$$\ddot{S} = (0.5, 0.5, 0.5)$$



$$\ddot{S} = (0.2, 0.2, 0.2)$$



$$\ddot{S} = (1.0, 0.5, 0.0)$$



$$\ddot{S} = (1.0, 0.965, 0.0)$$



$$\ddot{S} = (0.635, 0.0, 1.0)$$



$$\ddot{S} = (0.1, 0.0, 0.46)$$



Notation pour les couleurs blanche et noire : $\ddot{I} = (1.0, 1.0, 1.0)$ et $\ddot{O} = (0.0, 0.0, 0.0)$

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

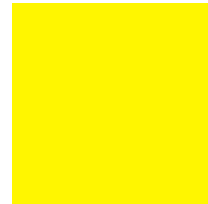
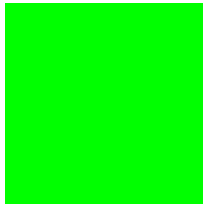
L'addition de deux couleurs $\ddot{S}_X$ et $\ddot{S}_Y$ permet d'obtenir une **couleur amplifiée** $\ddot{S}_{X+Y}$ plus lumineuse. L'addition s'effectue en additionnant les composantes des vecteurs des couleurs $\ddot{S}_X$ et $\ddot{S}_Y$ canal λ par canal λ :

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

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 . ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

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



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 complexes² pour gérer cette situation.

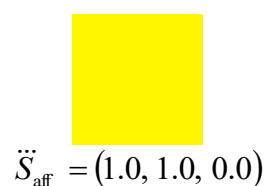
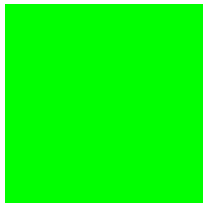
L'algorithme le plus simple consiste à réduire à tous les canaux excédant la valeur limite (qui est de 1) à la valeur limite. Avec la fonction mathématique « min », on peut alors formater toutes les couleurs de façon adéquate avant qu'elle soit affichée avec l'équation

$$\ddot{S}_{\text{aff}} = (\min(S_R, 1.0), \min(S_G, 1.0), \min(S_B, 1.0))$$

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

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

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



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

La multiplication d'une couleur par un scalaire

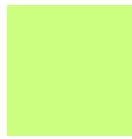
La multiplication d'une couleur $\ddot{S}_X$ par un scalaire k correspond à **accentuer** ($k > 1$) ou **atténuer** ($k < 1$) chacun des canaux de la couleur $\ddot{S}_X$ par un facteur commun en multipliant chaque canal $S_{\lambda X}$ par le scalaire k . À moins d'une application très particulière,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

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

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 . ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

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



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



(Attention : couleur saturée !!!)

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

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 :

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

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 . ($\lambda \in \{R, G, B\}$)

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



