Chapitre 13

Un monde en couleurs

13.1 Filtre de couleur

Les filtres sont des lames de verre ou de matière plastique transparentes et colorées.
Un filtre permet d'obtenir une lumière colorée à partir d'une lumière blanche.

Expérience : on éclaire un écran blanc avec la lumière blanche d'une lampe et on interpose une fente et le réseau entre la lampe et l'écran [1, 2]. Le réseau décompose la lumière blanche et on voit apparaître les couleurs de l'arc-en-ciel. On peut les voir sur la figure 13.1, en haut à gauche, de part et d'autre de la raie blanche. On place ensuite successivement un filtre rouge, un filtre bleu et un filtre vert.

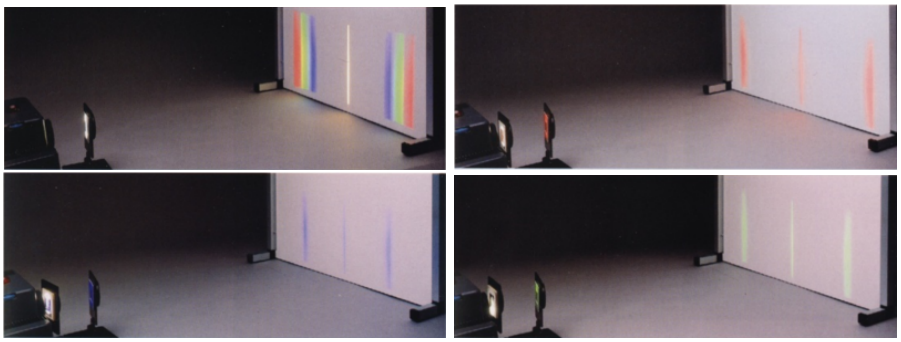

FIGURE 13.1 – On éclaire un écran à travers un réseau avec de la lumière blanche. Le réseau fait apparaître toutes les couleurs qui composent la lumière blanche. On ajoute ensuite un filtre rouge (haut droite), puis un filtre bleu (bas gauche) et un filtre vert (bas droite). Tiré de [1].

Interprétation : un filtre coloré transmet la partie de la lumière qui correspond à sa couleur et absorbe les autres couleurs.

Conclusion : un filtre coloré permet d'obtenir une lumière colorée : éclairé en lumière blanche, il ne transmet qu'une lumière de sa propre couleur.

13.2 Synthèse additive

Expérience : on utilise 3 sources de lumière blanche devant lesquelles on place respectivement un filtre bleu B, rouge R et vert V. On éclaire un écran blanc en faisant en sorte que les 3 faisceaux de lumière colorés se recouvrent partiellement.

Observations : à l'endroit où les 3 faisceaux se superposent, l'écran est blanc. À l'intersection du faisceau rouge et du faisceau bleu, la lumière est rose, magenta. À l'intersection du bleu et du vert, la couleur est cyan alors qu'à celle du vert et du rouge, on observe du jaune.

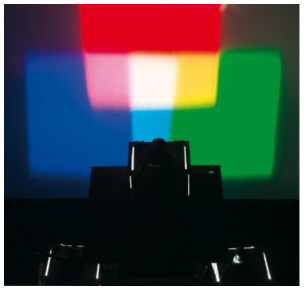

FIGURE 13.2 – Observations de l'expérience.

Interprétation : on a réalisé la synthèse additive de la lumière blanche en superposant 3 lumières colorées :

$$\text{Bleu} + \text{Rouge} + \text{Vert} = \text{Blanc}$$

Ces 3 couleurs qui permettent par addition d'obtenir du blanc sont appelées **couleurs primaires**. À l'endroit où 2 faisceaux seulement se superposent, on obtient de nouvelles couleurs :

$$\begin{aligned} \text{Rouge} + \text{Bleu} &= \text{Magenta} \\ \text{Vert} + \text{Bleu} &= \text{Cyan} \\ \text{Vert} + \text{Rouge} &= \text{Jaune} \end{aligned}$$

Conclusion : En superposant des lumières colorées, on peut produire de nouvelles teintes de lumière. On réalise alors une synthèse additive. L'aspect visuel de n'importe quelle couleur peut être obtenue par l'addition en proportions convenables des 3 couleurs dites primaires (bleu, rouge et vert).

Application : c'est ainsi que fonctionnent nos écrans. Chaque pixel est subdivisé en trois rectangles appelés sous-pixels. Un de chaque couleur : bleu, rouge et vert. En faisant varier l'intensité de lumière de chaque sous-pixel, le pixel aura une couleur bien définie.

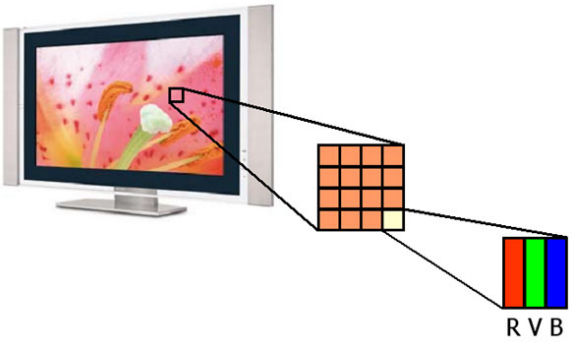

FIGURE 13.3 – Composition d'un pixel [3].

Et pourquoi 3 couleurs primaires ? La réponse cette question est biologique. La détection de la lumière se produit au niveau d'une couche nerveuse appelée rétine, qui est recouverte de deux types de photorécepteurs [1] : les cônes et les bâtonnets. À droite de la figure 13.4 est présentée une photographie réalisée au microscope électronique (les couleurs sont fausses).

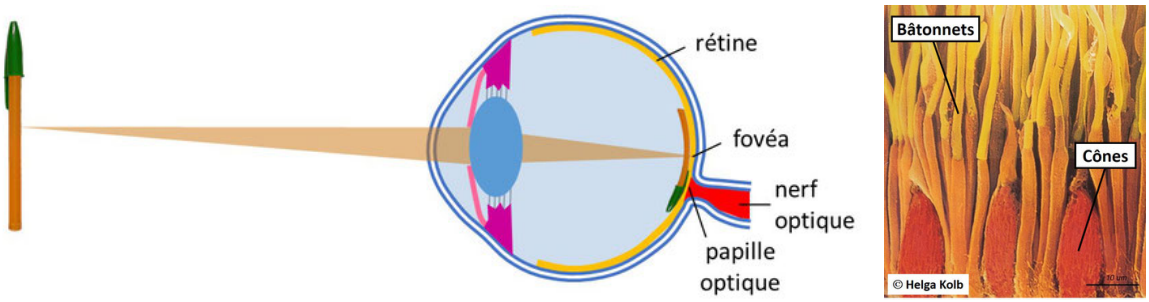

FIGURE 13.4 – Tiré de [3].

1. photo = lumière, récepteur = récepteur donc les photorécepteurs reçoivent la lumière et la traduisent en signal électrique pour que le cerveau puisse comprendre.

Il existe trois types de cônes qui peuvent avoir des pigments différents. Chaque cône est plus ou moins sensible à différentes fréquences : on distingue ainsi les cônes bleus, des cônes vert, des cônes rouges !

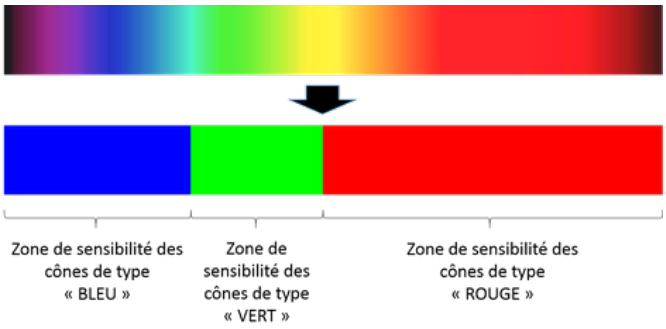

FIGURE 13.5 – Au fond de l'œil, il existe trois types de cônes. Chaque cône est sensible différemment aux couleurs (fréquences) du rayon lumineux qui est entré dans l'œil. On distingue ainsi les cônes bleus, rouges et verts. Tiré de [4].

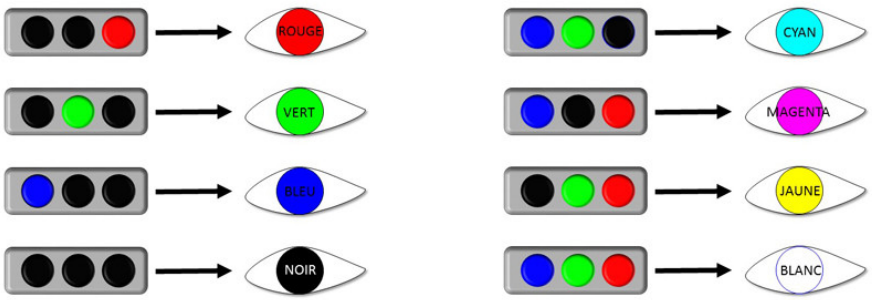

FIGURE 13.6 – Si tous les sous pixels rouge et vert de l'écran sont allumés, notre œil perçoit du jaune. Tiré de [5].

13.3 Couleur d'un objet

Expérience : plaçons des objets de couleur blanche, verte, rouge, bleue ou noire devant différentes lumières colorées. Observons la couleur apparente de ces objets éclairés par ces lumières colorées.

Observations : dans la deuxième ligne est indiqué la couleur de l'objet lorsqu'il est éclairé sous lumière blanche, puis sous lumière bleue, verte et rouge.

Lumière d'éclairage	Couleur observée de l'objet				
Lumière blanche	Noir	Blanc	Bleu	Vert	Rouge
Lumière bleue	Noir	Bleu	Bleu	Noir	Noir
Lumière verte	Noir	Vert	Noir	Vert	Noir
Lumière rouge	Noir	Rouge	Noir	Noir	Rouge

TABLE 13.1 – Résultats des différents résultats de l'expérience. D'après [1].

Interprétation : un objet noir apparaît toujours noir car il absorbe toutes les lumières.
Un objet blanc apparaît toujours de la couleur de la lumière qui l'éclaire car il diffuse toutes les lumières colorées.
Un objet coloré diffuse une lumière colorée correspondant à sa propre couleur et il absorbe les autres

lumières.
Un objet jaune diffuse les lumières vertes et rouges et il absorbe la lumière bleue.

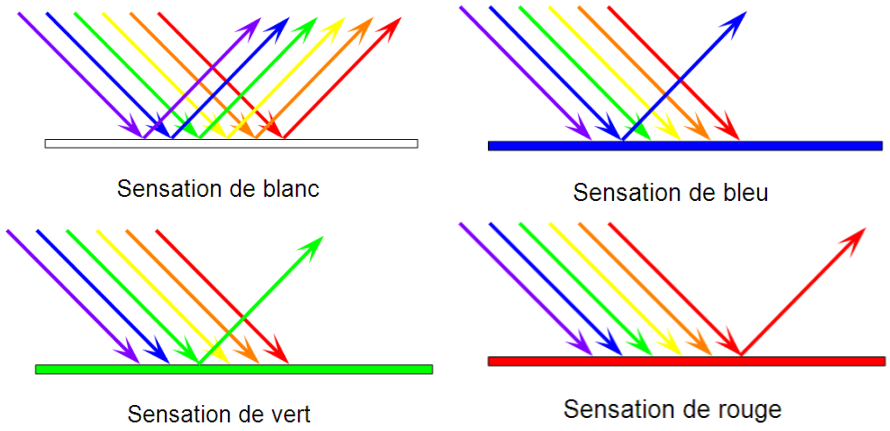

FIGURE 13.7 – Les objets blanc réfléchissent toutes les couleurs alors que les objets bleus ne réfléchissent que les rayons bleus, et de même pour les objets rouges et verts. Tiré de [1].

Conclusion : la "couleur propre" d'un objet est celle qu'on lui attribue lorsqu'il est éclairée en lumière blanche.
La "couleur apparente" d'un objet dépend de la lumière colorée qui l'éclaire.

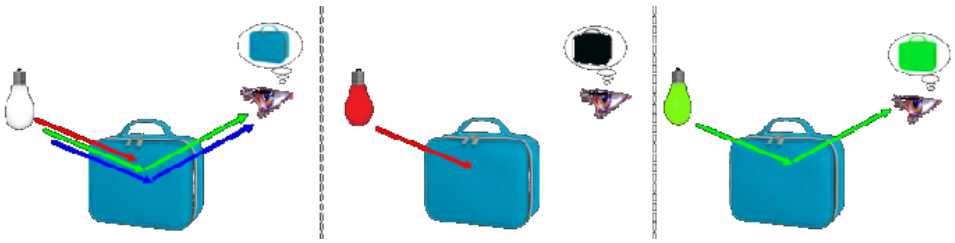

FIGURE 13.8 – Objet cyan éclairé par différentes lumières. Dans le premier cas, la valise est éclairée avec de la lumière blanche : la valise parait donc cyan car seule la lumière rouge est absorbée. Les lumières vertes et bleues sont réfléchies vers les yeux de l'observateur. Dans le second cas, on éclaire la valise avec de la lumière rouge. Comme la absorbe la lumière rouge, aucune lumière est réfléchie par la valise vers l'observateur et la valise paraît noire. Dans le troisième cas, la valise est éclairée par une lumière verte, réfléchie vers l'observateur : elle paraît donc verte. Tiré de [1].

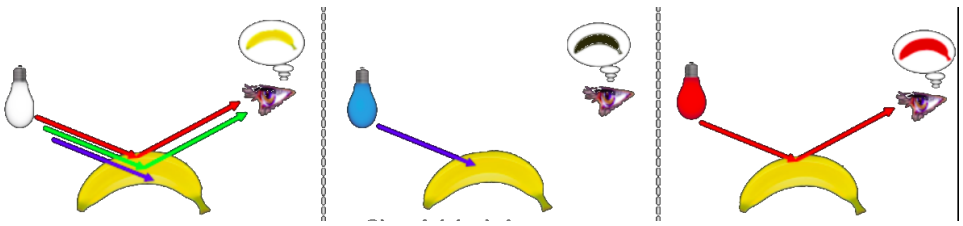

FIGURE 13.9 – Banane jaune éclairé par différentes lumières. Selon l'éclairage, elle paraît jaune (lumière blanche), noire (lumière bleue) ou bien rouge (lumière rouge). Tiré de [1].

Bibliographie

[1] Stéphane Landeau. Lumières colorées et couleurs des objets. *Physique-Chimie au collège*, consulté le 17/05/2019. URL `http://pccollege.fr/quatrieme-2/la-lumiere-couleurs-et-images/chapitre-i-lumieres-colorees-et-couleurs-des-objets/`.

[2] Collège Leroi-Gourhan. décomposition de la lumière blanche par réseau, consulté le 18/05/2020. URL `https://www.youtube.com/watch?v=f886zbNSGLQ`.

[3] Julien Brunet. Les écrans lcd. *Sup'info*, consulté le 19/05/2019. URL `https://www.supinfo.com/articles/single/731-crans-lcd`.

[4] Sylvie Zanier, Julien Delahaye, and Céline Cardeilhac. La vision des couleurs. *1,2,3 Couleurs !*, consulté le 19/05/2019. URL `https://www.123couleurs.fr/explications/explications-vision/tv-visioncouleurs/`.

[5] Sylvie Zanier, Julien Delahaye, and Céline Cardeilhac. Vision des couleurs, synthèses additive et soustractive. *1,2,3 Couleurs !*, consulté le 19/05/2019. URL `https://www.123couleurs.fr/explications/explications-vision/tv-visionsynth%C3%A8ses/`.

Attendus de l'élève

À la fin de ce chapitre, l'élève devra

— connaître les 3 couleurs primaires de l'addition,

— savoir que la couleur d'un objet est du au fait qu'il absorbe certains rayons et en réfléchie d'autres,

— savoir expliquer le principe de fonctionnement d'un écran : comment les sous-pixels forment la couleur voulue,

— savoir que l'humain perçoit les couleurs grâce à ses 3 différents cônes bleus, vert et rouges,

— lorsqu'on donne le couleur propre et la couleur d'éclairage, savoir donner la couleur apparente de l'objet,