



Thomas Young  
1773-1829

## PARTIE 1 : Couleurs & Images

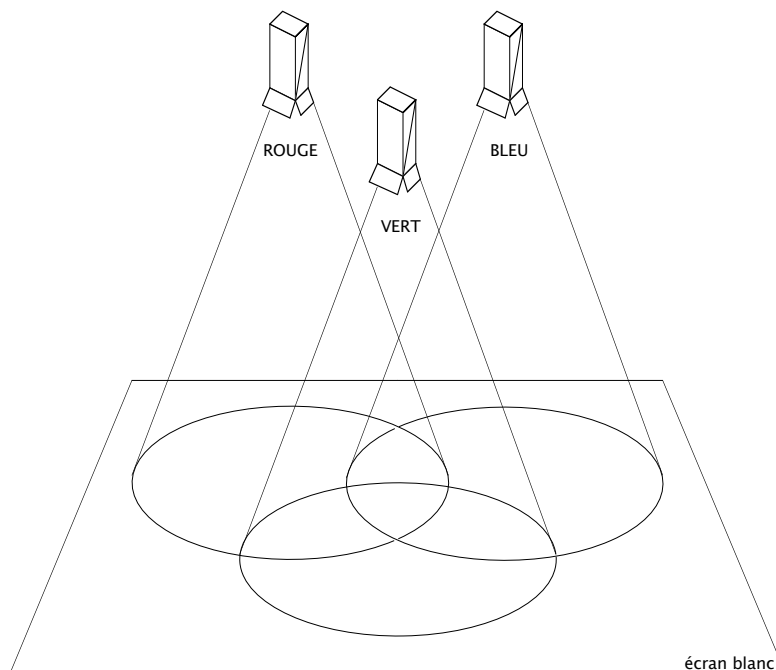


### TP 2 : PERCEPTION DES COULEURS

#### I . La vision des couleurs : comment l'œil humain perçoit-il la couleur des faisceaux de lumière qu'il reçoit ?

##### 1 . Expérience

Projeter sur un écran diffusant blanc trois faisceaux de lumière colorée : bleu, vert et rouge.  
Compléter le schéma ci-dessous à l'aide de vos observations :



##### 2 . La théorie trichromatique

La rétine est le capteur d'images du globe oculaire. Elle est composée d'une multitude de cellules nerveuses photosensibles, qui décomposent l'image en un grand nombre de points. Ce sont en effet plus de six millions de cellules en « cônes » et cent millions de cellules en « bâtonnets » qui convertissent les signaux lumineux en messages électriques puis les véhiculent au cerveau qui les interprète.

Les bâtonnets, d'un seul type, permettent de voir par faible luminosité, mais sans apprécier les couleurs. La perception de ces dernières résulte de l'activation plus ou moins prononcée des différents cônes. Il en existe trois types, qui diffèrent par la couleur de la radiation lumineuse qu'ils perçoivent : bleue, verte ou rouge.

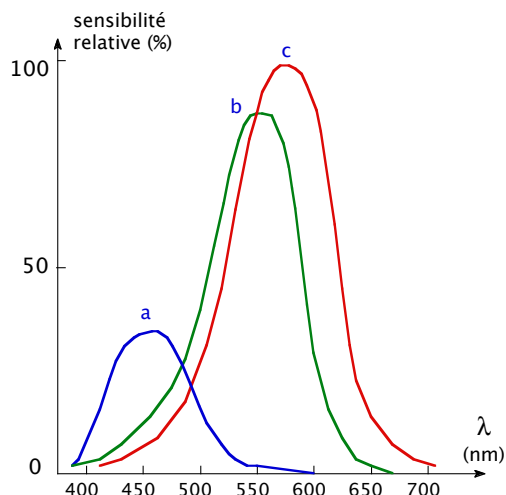
Lorsque la rétine reçoit, par exemple, une lumière jaune, les cônes sensibles au rouge et au vert sont excités. Le cerveau décode alors les informations qui lui parviennent, et crée chez l'observateur

l'illusion du jaune. Si les cônes rouges sont plus stimulés que les verts, l'œil perçoit de l'orange ; si tous les cônes sont stimulés de manière égale, c'est une sensation de blanc qui est perçue.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, le physicien et médecin britannique **Thomas Young** (1773-1829) établit une théorie selon laquelle l'œil peut reproduire toutes les couleurs en mélangeant les sensations issues des trois sorte de cônes.

### Questions

a . Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la sensibilité de chaque sorte de cône en fonction de la longueur d'onde de la radiation lumineuse reçue. Associer à chaque courbe le type de cône qui lui correspond.



b . Une radiation monochromatique de longueur d'onde 580 nm est observée par l'œil. Quelle est sa couleur ? Quels sont les cônes stimulés lors de sa détection par l'œil ?

c . L'œil humain n'est pas sensible de la même manière à toutes les longueurs d'onde du spectre visible : le rouge nous apparaît plus vif que le bleu.

Justifier cette observation.

d . Justifier l'appellation de trichromie attribuée à la technique de reproduction de n'importe quelle couleur.

### 3 . Couleurs primaire, secondaire et complémentaire

- La commission internationale de l'éclairage a choisi les couleurs rouge (R), vert (V) et bleu (B) avec les longueurs d'onde 700 nm, 546,1 nm et 435,8 nm comme couleurs primaires du système RVB. Toute lumière colorée peut-être reproduite en superposant, en certaines proportions, trois faisceaux lumineux de ces *couleurs primaires*.
- Lorsque deux lumières de couleurs primaires se superposent avec des intensités égales, elles donnent une lumière d'une *couleur secondaire*.
- Deux couleurs sont *complémentaires* l'une de l'autre si, par synthèse additive, elles forment une lumière blanche.

### Questions

a . Donner la liste des couleurs secondaires en synthèse additive des couleurs.

b . Donner les couleurs complémentaires de chacune des couleurs secondaires.

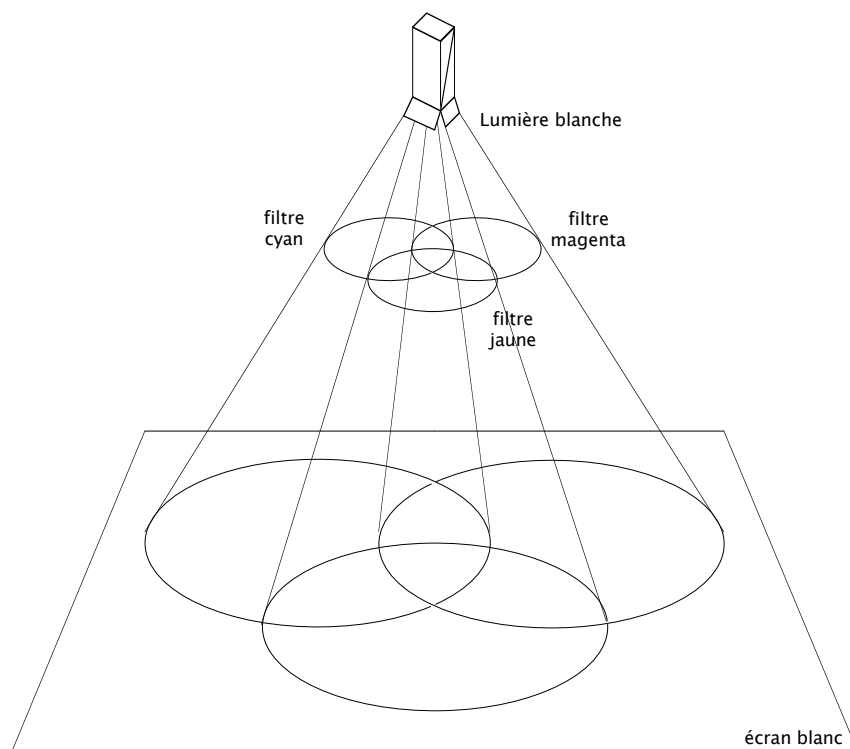
## II . Interpréter la couleur des objets

### 1 . Absorption sélective de radiations lumineuses issues d'une lumière blanche

On parle de *synthèse soustractive* lorsque la couleur est obtenue par soustraction de certaines plages de radiations de la lumière d'une source.

la synthèse soustractive de la lumière consiste à placer sur le trajet de la lumière blanche incidente 1, 2 ou 3 filtres colorés magenta, cyan et jaune plus ou moins transparents. Le spectre du faisceau résultant est le spectre de la lumière blanche auquel il faut retirer les portions du spectre absorbées par chaque filtre.

- Expérience : projeter sur un écran diffusant blanc un faisceau de lumière blanche : Intercaler entre la source et l'écran des filtres colorés magenta, cyan et jaune. Compléter le schéma ci-dessous à l'aide de vos observations :



## 2 . Absorption, transmission et diffusion

Lorsqu'un objet est éclairé par une lumière incidente, celle-ci peut être absorbée (**phénomène d'absorption**), réfléchie dans une direction particulière (**phénomène de réflexion spéculaire**) ou réémise dans toutes les directions par l'objet (**phénomène de diffusion**). La lumière peut également traverser l'objet (**phénomène de transmission**) s'il n'est pas opaque.

Ces phénomènes sont dépendants de la composition spectrale du rayonnement incident.

Notre œil perçoit des objets colorés car leur surface, *telle un filtre*, absorbe et diffuse certaines radiations de la lumière incidente.

### Questions

a . Donner la liste des couleurs secondaires en synthèse soustractive des couleurs.

b . Donner les couleurs complémentaires de chacune des couleurs secondaires.

c . Compléter le tableau de synthèse ci-dessous :

Objet éclairé	Couleur des sources de lumière							
	R	V	B	C	M	J	W	N
R	R	N					R	
V		V					V	
B			B	B		N	B	N
C		V		C		V	C	
M	R				M		M	
J			N			J	J	
W					M		W	
N		N					N	N

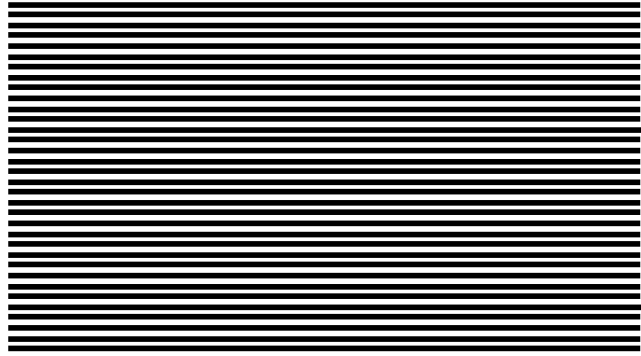
Légende : R : rouge / V : vert / B : bleu / C : cyan / M : magenta / J : jaune / W : blanc / N : noir

d . « Dans la vallée d'Elah » est un film dans lequel un policier (Tommy Lee Jones) recherche les assassins de son fils. Selon les témoins, une voiture verte a été vue, de nuit, sur les lieux du crime. Le policier recherche cependant une voiture bleue en affirmant : « une voiture bleue sous un éclairage jaune est verte ».

Cette affirmation est-elle correcte ?

### 3 . Pouvoir séparateur de l'œil

A partir d'une certaine distance, l'œil ne parvient plus, malgré l'accommodation, à distinguer les détails d'un objet. Pour étudier le pouvoir séparateur de l'œil, on utilise une mire constituée d'une alternance de ligne noires et blanches d'épaisseur constante  $d = 1 \text{ mm}$ .



Eloigner cette mire des yeux et mesurer la distance  $D$  à partir de laquelle on ne distingue plus les lignes les unes des autres.

On appelle pouvoir séparateur de l'œil l'angle limite  $\varepsilon$  en dessous duquel l'œil ne peut plus distinguer deux lignes l'une de l'autre.

#### Questions

- a . Proposer une relation entre  $\tan \varepsilon$ ,  $d$  et  $D$ . En déduire en radian la valeur de l'angle  $\varepsilon$ .*
- b . La mire est maintenant constituée d'une alternance de lignes vertes et rouges. Que verrait un œil situé à une distance supérieure à  $D$*
- c . Les encres utilisées par une imprimante se comportent comme des filtres : la superposition sur papier blanc des trois encres Magenta, cyan et jaune permet de reproduire toutes les couleurs. Pour améliorer le contraste, on ajoute une quatrième image en noir et blanc : c'est la quadrichromie.*

*Un observateur voit sur une affiche imprimée le drapeau français. Représenter une petite surface de chacune des parties du drapeau si celui-ci est vu de très près.*

---