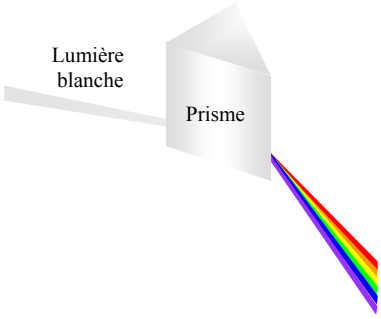
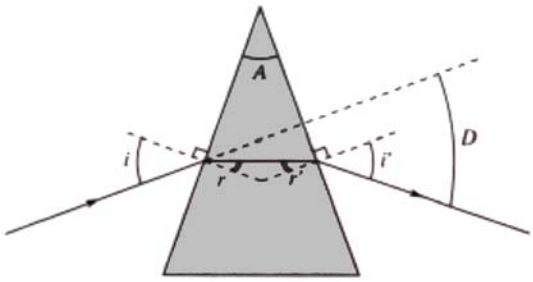
# LUMIÈRE ET COULEUR

## I) Dispersion de la lumière

### 1) Mécanisme de la déviation

Lors de la dispersion d'un rayonnement de lumière blanche, l'ensemble du faisceau est dévié par le passage dans le prisme. Chaque rayon lumineux subit une double réfraction sur chaque plan du prisme et s'en trouve dévié.




### 2) Rayonnement polychromatique et monochromatique

Un rayon de lumière blanche est fait de la superposition de plusieurs rayonnements de fréquences différentes se propageant sur la même droite. On dit que la lumière blanche est polychromatique. Par contre un rayon de fréquence unique est dit monochromatique. Sa couleur est caractéristique de sa fréquence (et de sa longueur d'onde). Le tableau suivant indique la correspondance : fréquence - longueur d'onde - couleur.

| Fréquences $\times 10^{14}$ (Hz) | 4 | 5 | 5,2 | 5,7 | 6,4 | 6,8 | 7,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Couleurs | rouge | orangé | jaune | vert | bleu | indigo | violet |
| Longueurs d'onde Dans le vide (nm) | 750 | 600 | 580 | 530 | 470 | 440 | 400 |

Les rayons sortant du prisme sont tous monochromatiques mais de fréquences et couleurs différentes. Le filtre ne sert qu'à isoler ceux d'une fréquence donnée.

La longueur d'onde $\lambda$ et la fréquence $f$ sont liées, pour toute onde, par la relation : $\boxed{\lambda = \frac{c}{f}}$

$c$ (comme célérité) désignant la vitesse de propagation de l'onde.

Pour une onde lumineuse, on a $c = 3\times10^8$ m/s. Soit $\lambda = \frac{3\times10^8}{f}$.

$\lambda$ et $f$ sont inversement proportionnelles. À une relativement grande longueur d'onde correspond donc une relativement faible fréquence, et inversement.

L'indice de réfraction est le rapport de la célérité $c$ de la lumière dans le vide par la vitesse $c_i$ de la lumière dans le milieu traversé.

$$\boxed{n = \frac{c}{c_i}}$$

Remarque : La fréquence de la radiation ne varie pas au passage dans un milieu d'indice $n$.

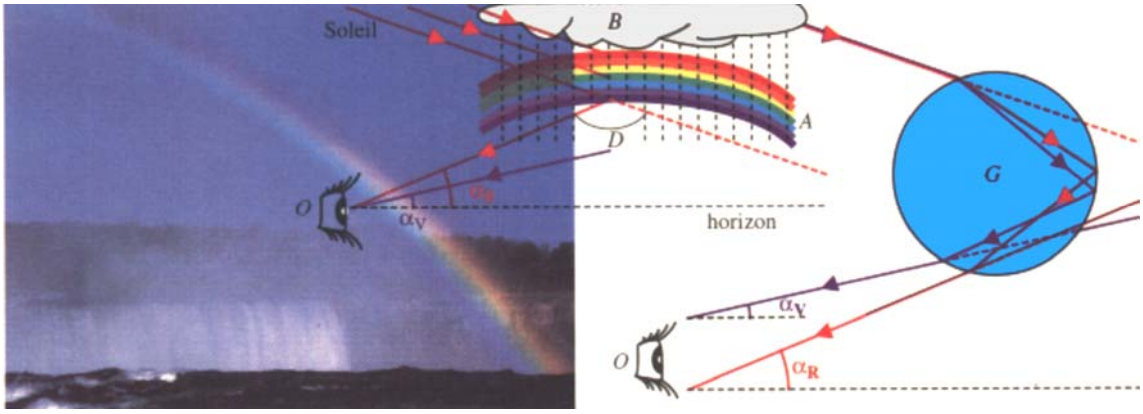
## 3) Mécanisme de la dispersion

Le prisme n'a pas la même «attitude» vis-à-vis de rayons de fréquences différentes, car l'indice de réfraction d'un corps n'est pas constant. Il dépend de la fréquence du rayon qu'il réfracte. Le tableau suivant indique les valeurs de l'indice de réfraction de trois substances aux fréquences de sept couleurs.

| | violet | indigo | bleu | vert | jaune | orangé | rouge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\lambda$ (nm) | 425 | 460 | 490 | 530 | 580 | 600 | 700 |
| $n_{crown}$ (verre) | 1,531 | 1,526 | 1,524 | 1,520 | 1,517 | 1,516 | 1,515 |
| $n_{flint}$ (verre) | 1,790 | 1,713 | 1,671 | 1,631 | 1,621 | 1,617 | 1,612 |
| $n_{eau}$ | 1,342 | 1,340 | 1,337 | 1,335 | 1,333 | 1,331 | 1,329 |

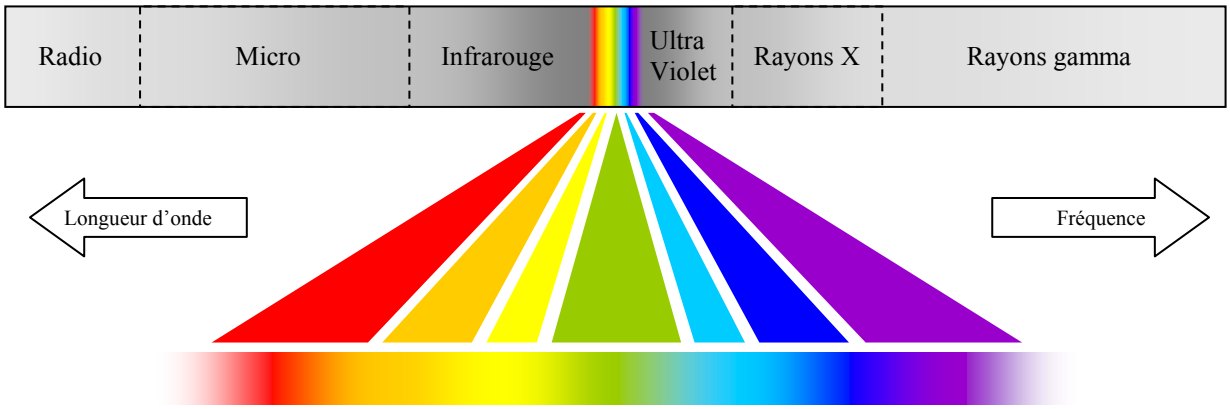
Tableau de valeurs de l'indice de réfraction en fonction de la fréquence pour trois substances.

Tout milieu dont l'indice de réfraction n'est pas constant en fonction de la fréquence est dit dispersif. L'eau est un milieu dispersif, c'est pourquoi les gouttes d'eau de la pluie peuvent disperser les rayons lumineux du soleil et former un arc au ciel.




En dispersant un faisceau de lumière blanche produit par un arc électrique on peut détecter, au-delà du violet, des radiations dites ultraviolettes, et en deçà du rouge des radiations appelées infrarouges.
Cependant leur détection ne peut se faire par l'oeil car elles sont en dehors du domaine de fréquence visible.

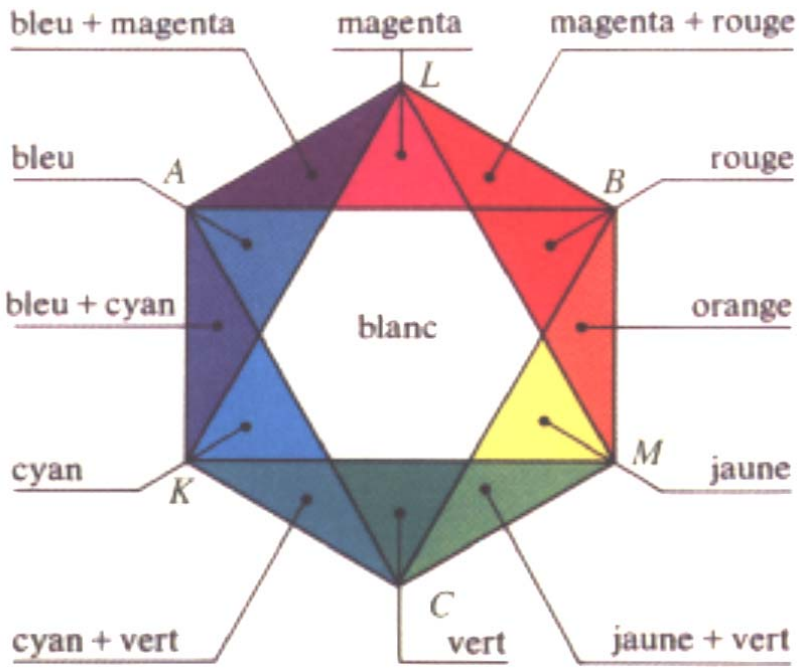
Remarque. C'est la fréquence d'un ultraviolet qui est supérieure à celle d'un violet et c'est la fréquence d'un infrarouge qui est inférieure (infra) à celle d'un rouge. Par contre, $\lambda$ et $f$ étant inversement proportionnelles, un ultraviolet a une longueur d'onde plus petite qu'un infrarouge.



## II) Synthèse additive de la lumière

### 1) Couleurs primaires

La lumière solaire est faite d'une infinité de radiations monochromatiques. En divisant son spectre en trois zones de couleurs, on distingue grossièrement : le bleu, le vert et le rouge. Ces trois couleurs sont dites primaires car on ne peut pas obtenir l'une en mélangeant les deux autres. Dans la figure suivante, on a un triplet de couleurs primaires dans les angles de chaque grand triangle équilatéral.




### 2) Trichromie

En additionnant trois couleurs primaires dans les proportions convenables, on peut obtenir n'importe quelle couleur recherchée. C'est suivant ce principe que fonctionne la télévision couleur.

### 3) Couleurs complémentaires

Deux couleurs sont dites complémentaires si additionnées dans des proportions convenables elles donnent à l'oeil qu'elles pénètrent l'impression de blanc.

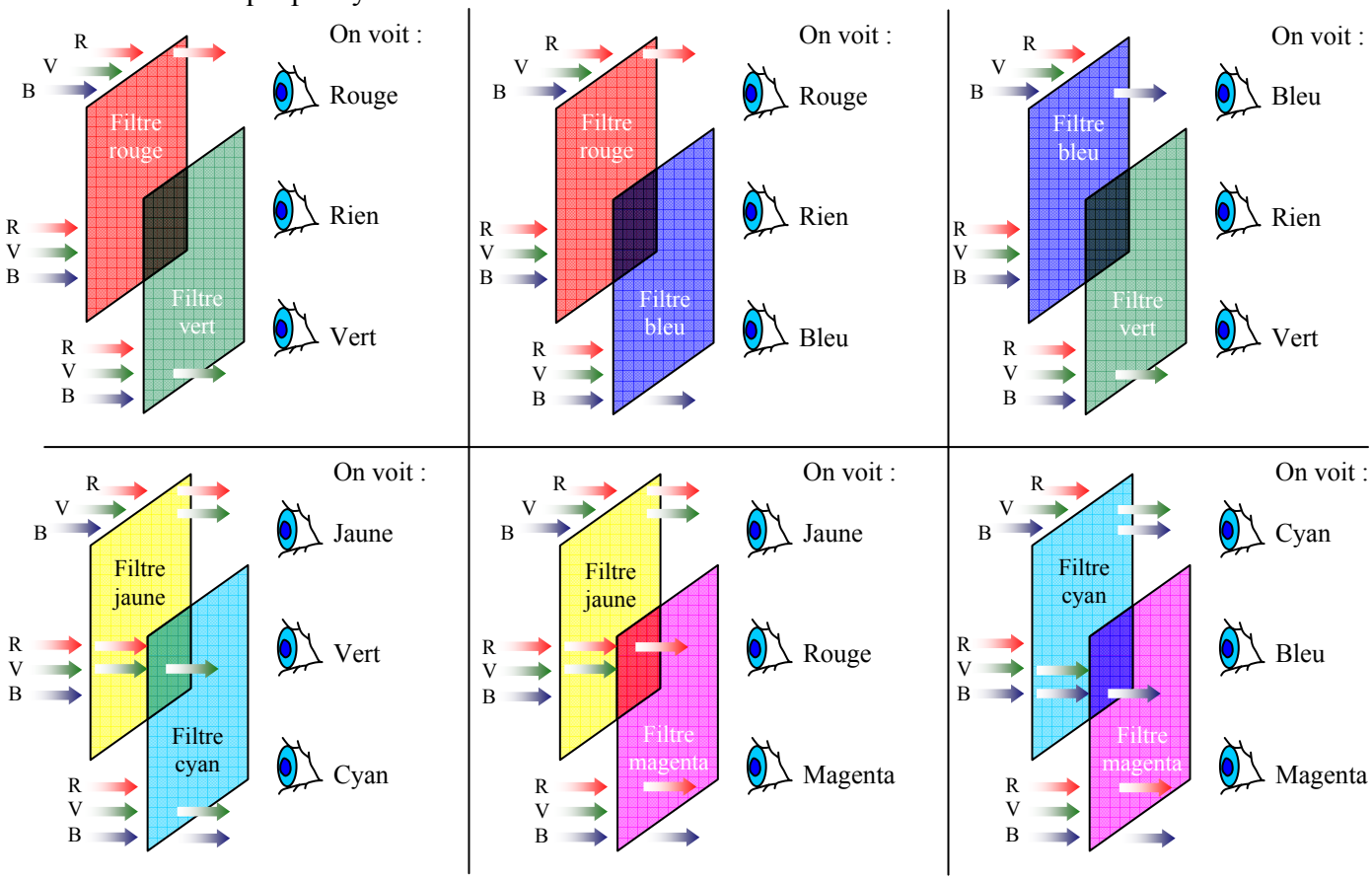
Dans la figure précédente, les couleurs diamétralement opposées sont complémentaires.

### 4) Couleurs secondaires

Trois primaires étant choisies. On appelle couleurs secondaires les couleurs obtenues par mélange de deux primaires.

## III) Synthèse soustractive

En mélangeant trois peintures (gouache ou autre) de couleurs *magenta, cyan et jaune* qui forment un triplet de primaires, on n'obtient jamais du blanc mais plutôt quelque chose qui s'approche du marron. L'obtention de teintes par mélange de substances fonctionne donc autrement que par synthèse additive.




Dans la photographie, la peinture, l'imprimerie, on obtient les couleurs voulues par synthèse soustractive. Les pigments ne jouant que le rôle de filtres apposés sur un fond blanc.

## IV) Couleur des corps éclairés

Nous voyons les objets car les rayons lumineux qu'ils émettent pénètrent notre oeil. Pourtant la plupart des objets courants ne sont pas des sources de lumière. Ils ne font que réémettre la lumière qu'ils reçoivent. Mais en faisant un genre de tri au passage. Suivant leurs compositions chimiques, les substances réagissent différemment aux longueurs d'onde des rayonnements qui les atteignent. Certaines sont réémises, d'autres sont absorbées (transformées en énergie chimique ou en chaleur). Cependant une longueur d'onde non reçue ne peut pas être réémise. L'herbe ne peut pas paraître verte, la tomate ne peut pas paraître rouge s'il n'y a pas ces longueurs d'onde dans la lumière qui les éclaire. C'est le cas avec la lampe spectrale au sodium qui n'émet que de la lumière monochromatique jaune à $\lambda = 589$ nm.

La couleur d'un corps ne dépend pas uniquement de ses qualités propres, mais aussi de la lumière qui l'éclaire.

Un corps éclairé par de la lumière blanche (contenant toutes les longueurs d'onde du visible) paraît :

- *noir,* s'il absorbe toutes les longueurs d'onde de la lumière incidente ;
- *blanc,* s'il n'absorbe aucune de ces longueurs d'onde ;
- *gris,* s'il absorbe la même proportion de toutes les longueurs d'onde de la lumière incidente ;
- *coloré,* s'il absorbe certaines longueurs d'ondes plus que d'autres.