

## Vision des objets

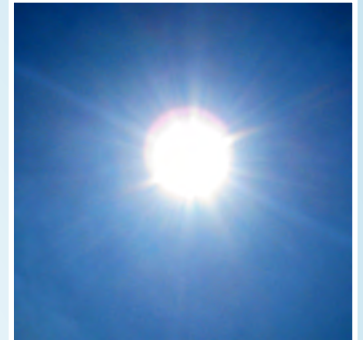
### Constat et définitions.

Les expériences effectuées en classe, ainsi que de nombreuses situations de la vie quotidienne permettent d'établir les règles et définitions ci-dessous.

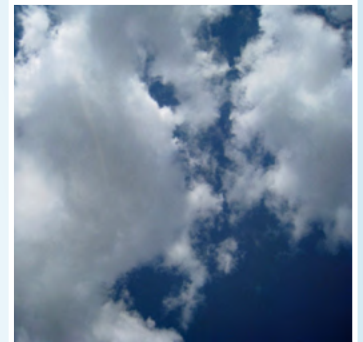
En optique :

- on dit d'un objet qu'il est **lumineux** s'il produit sa propre lumière ;
- on dit d'un objet qu'il est **éclairé** s'il reçoit de la lumière ;
- pour qu'un objet soit vu, il faut que de la lumière en provenance de l'**émetteur** (l'objet lumineux ou éclairé) pénètre dans le **récepteur** (l'œil de l'observateur) ;
- on ne voit pas la lumière durant son trajet : elle n'est pas visible entre la source et le récepteur ;
- **on ne voit que des objets** (lampe, table, nuage, arbre, Soleil, Lune, etc.) ;
- **dans l'air, la lumière se propage en ligne droite.** On parle dans ce cas de propagation rectiligne de la lumière ;
- on dit d'un objet qu'il **diffuse** de la lumière s'il renvoie dans toutes les directions de l'espace une partie ou toute la lumière qu'il reçoit ;
- on dit d'un objet qu'il **absorbe** de la lumière s'il ne renvoie pas une partie ou toute la lumière qu'il reçoit (la partie de la lumière qui est absorbée est transformée en chaleur dans l'objet) ;
- par définition, un **objet blanc** diffuse toute la lumière qu'il reçoit ; à l'inverse d'un **objet noir** qui absorbe toute la lumière qu'il reçoit.

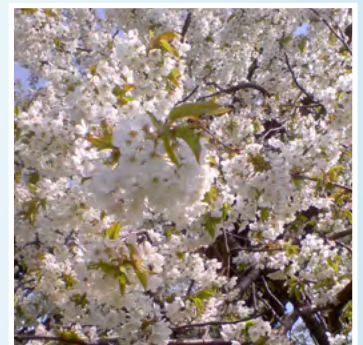
*On ne voit que des objets,  
par exemple :*



soleil



nuage



arbre



bougie

## Modèle géométrique de la lumière

### Qu'est-ce qu'un modèle ?

Un modèle décrit de manière simplifiée le fonctionnement d'une réalité.

Du fait de la simplification, le modèle ne prend pas en compte tous les aspects de la réalité, il a donc un domaine de validité. Il peut être amené à évoluer à la lumière de nouvelles observations.

Un modèle comporte trois qualités :

- il permet de décrire certaines propriétés ou certains comportements de la réalité qu'il représente ;
- il permet d'expliquer en mettant en relation diverses observations et mesures de manière à permettre une interprétation de la réalité qu'il représente ;
- il permet, dans la plupart des cas, de prévoir des événements nouveaux qui pourront ensuite être observés.

L'action de « modéliser » peut intervenir à n'importe quelle étape de la démarche scientifique.

Une situation est représentée (vue de dessus ou de profil) par un schéma sur lequel :

- un objet est représenté par un ensemble de points (dont on ne modélise en général qu'un seul point)
- la propagation rectiligne de la lumière est modélisée par des droites orientées dans le sens de la propagation de la lumière et appelées « rayons » : 
- l'œil de l'observateur est symbolisé par : 
- la diffusion de la lumière en un point est symbolisée par : 

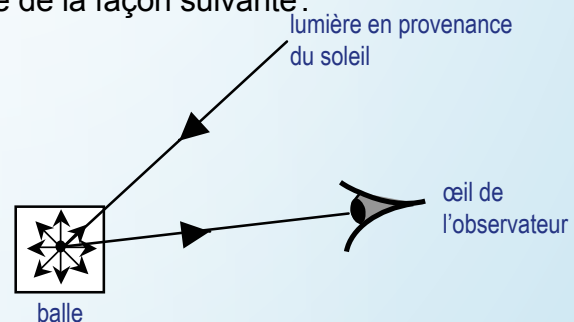
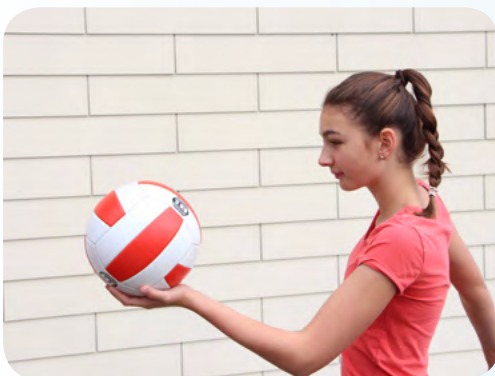
Nom de l'objet

Dans ce symbole, le carré représente l'objet, le point noir au centre des flèches représente le point de l'objet qui est observé et les flèches représentent le phénomène de diffusion

- l'absorption de la lumière en un point est symbolisée par : 

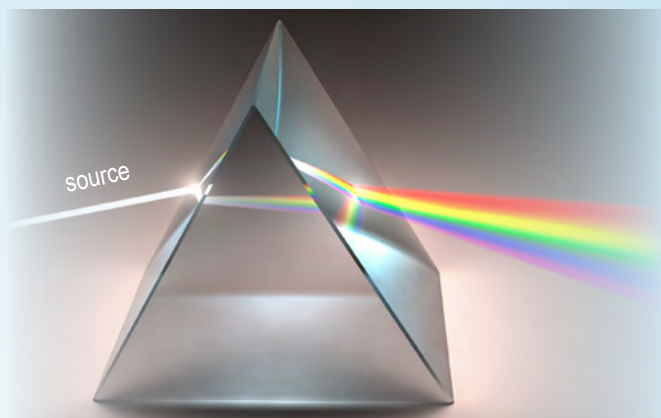
### Exemple

On peut représenter la vision d'une balle de la façon suivante :

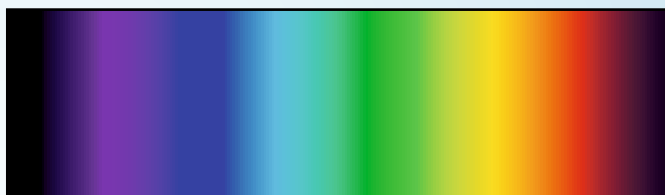


## Les couleurs

La lumière blanche doit être considérée comme le mélange d'un très grand nombre de lumières de couleurs différentes. On peut séparer les différentes couleurs de lumière à l'aide d'un prisme de verre.



Le prisme permet d'obtenir une figure appelée spectre qui est l'ensemble des lumières qui composent la lumière de la source. Voici le spectre de la lumière blanche émise par le Soleil.



On peut également observer cette même figure lorsqu'un arc-en-ciel se produit. Dans ce cas, ce sont les gouttes de pluie qui séparent les composantes de la lumière blanche.

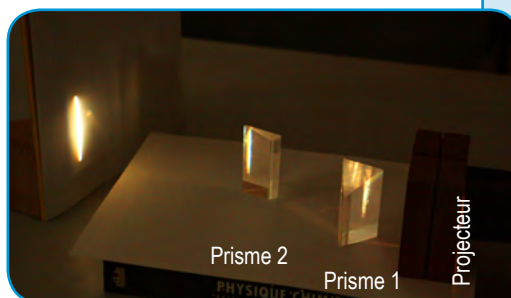
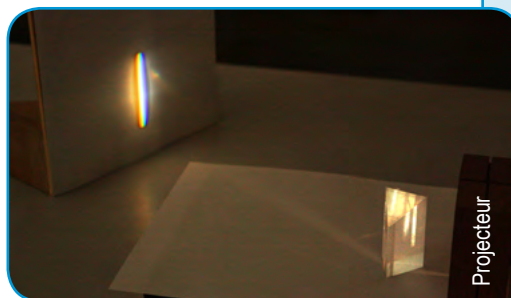
### Un peu d'histoire...

C'est en 1666 qu'Isaac Newton fit ses premières expériences sur la lumière et sa décomposition. Il fit passer des rayons de Soleil à travers un prisme et observa un arc-en-ciel de couleurs sur un écran. Auparavant, on interprétait ce phénomène en considérant que le verre du prisme avait de la couleur cachée qui « colorait » la lumière blanche. Il plaça ensuite un second prisme devant le premier et observa la lumière blanche produite. Sa conclusion fut révolutionnaire : la couleur est dans la lumière et non dans le verre. Ainsi, la lumière blanche est constituée d'un mélange de toutes les couleurs.

Newton est donc le premier à comprendre que le blanc n'est pas une couleur pure, mais la somme de toutes les autres.

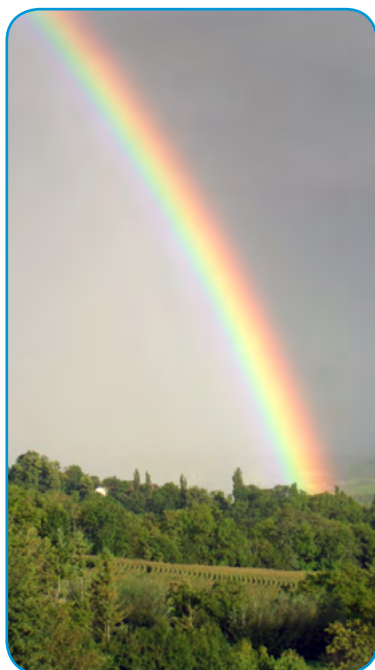
Combien y a-t-il de couleurs ? C'est une question de goût et... d'harmonie. Au début de ses expérimentations, Newton ne dénombre que cinq couleurs. Au prix de quelques savants arrangements avec la réalité, il s'arrête finalement sur le chiffre sept de sorte à être en harmonie avec la musique, science qui, à son époque, représente la perfection. Sept notes de musique, sept planètes, sept jours de la création, etc. Avec ses sept couleurs, Newton rejoint ainsi la cohérence « divine ».

En regardant le spectre de la lumière blanche du haut de la page, penses-tu qu'on dirait aujourd'hui que la lumière blanche n'est constituée que de sept couleurs ?



Pour aller plus loin...

Pour mieux comprendre l'arc-en-ciel

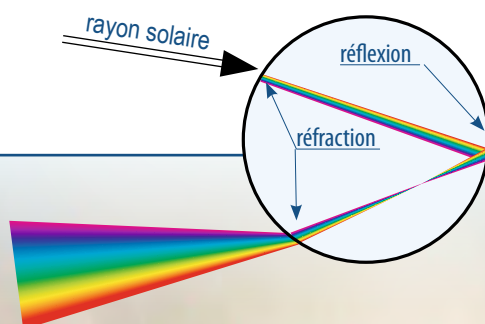


Pour voir un arc-en-ciel plusieurs conditions doivent être réunies : il faut que de la pluie tombe devant l'observateur et que le Soleil brille dans son dos.

Lorsque la lumière passe de l'air à l'eau, elle est déviée. On appelle ce phénomène : la réfraction. La réfraction a également pour effet de séparer les différentes couleurs en déviant différemment chaque couleur qui compose la lumière blanche.

La trajectoire de la lumière est donc la suivante :

- la lumière qui éclaire chaque goutte d'eau est déviée et séparée en entrant dans la goutte ;
- elle est ensuite réfléchi (réflexion), comme un miroir, au fond de la goutte ;
- à la sortie de la goutte, la lumière est à nouveau déviée et la séparation des couleurs est amplifiée.

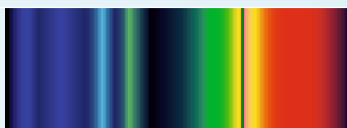


## Modèle trichromique (RVB) de la lumière et règles d'addition

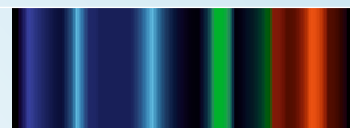
Voici les spectres de trois sources de lumière blanche :



Spectre du Soleil



Spectre d'une lampe basse consommation



Spectre d'un tube néon

On constate que ces trois sources diffusent des lumières de couleur rouge, verte et bleue. On définit donc le modèle suivant :

### Modèle trichromique - « trois couleurs » - de la lumière et règles d'addition

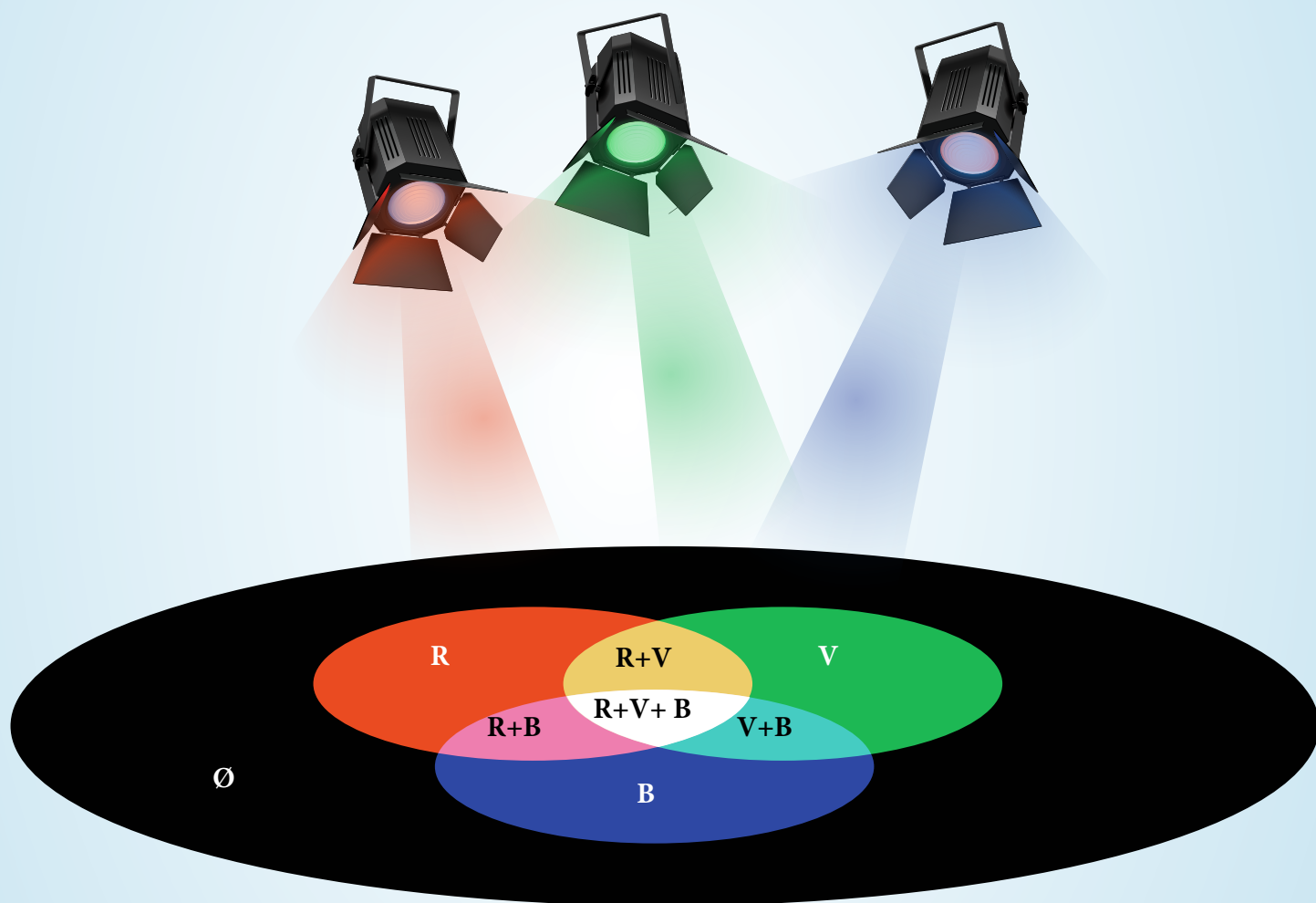
Du point de vue de la perception des couleurs des objets, tout se passe comme si la lumière blanche était constituée de trois lumières élémentaires de couleurs **Rouge**, **Verte** et **Bleue** (codées respectivement : **R**, **V** et **B**).

Dans ce modèle, la lumière sera modélisée par une des lumières élémentaires ou par une superposition de celles-ci. L'absence de lumière (codée  $\emptyset$ ) correspond à la couleur noire.

| Code de la lumière reçue par l'œil | Nom de la couleur perçue |                                                                                      |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| R                                  | Rouge                    |  |
| V                                  | Vert                     |  |
| B                                  | Bleu                     |  |
| R + V                              | Jaune                    |  |
| V + B                              | Cyan                     |  |
| R + B                              | Magenta                  |  |
| R + V + B                          | Blanc                    |  |
| $\emptyset$                        | Noir                     |  |

L'expérience suivante illustre ce modèle.

On projette simultanément sur une table blanche un faisceau de lumière rouge, un faisceau de lumière bleue et un faisceau de lumière verte de manière à ce que les faisceaux se recouvrent partiellement. L'illustration ci-dessous montre ce que l'on voit. Ainsi, par exemple, la zone « R+V » de la table qui reçoit de la lumière rouge et de la lumière verte sera perçue de couleur jaune.



Sur l'illustration, on a choisi de représenter les faisceaux de lumière bleue, verte et rouge, alors qu'ils ne sont pas visibles « de profil ». Il s'agit du seul moyen de faire comprendre visuellement que les lampes sont allumées.

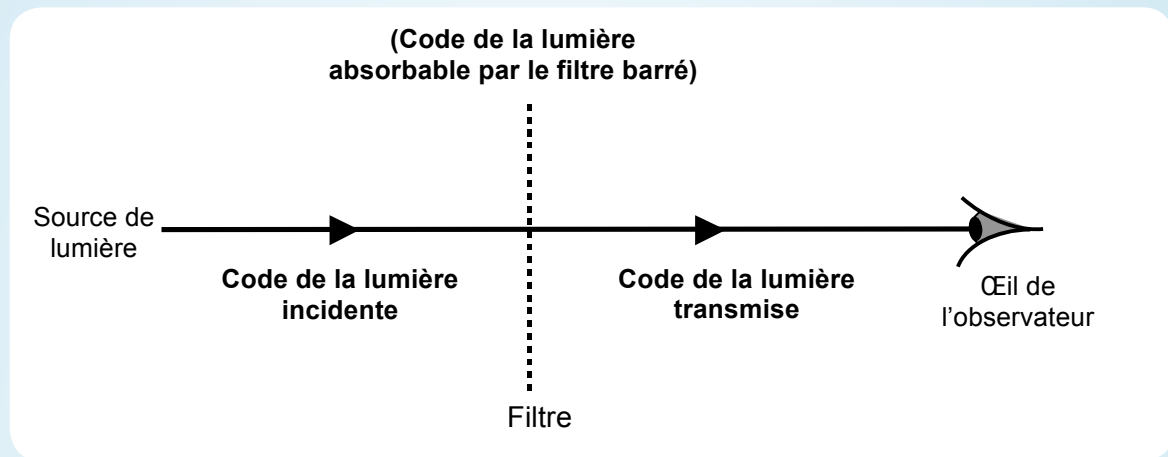
## Quelle est l'action d'un filtre sur la lumière ?

Un filtre est une substance qui laisse passer une partie de la lumière et absorbe l'autre. L'action d'un filtre sur la lumière qu'il reçoit est déterminée par la lumière absorbable par ce filtre.

On appelle : - lumière incidente la lumière reçue par le filtre ;

- lumière transmise la lumière qui a traversé le filtre.

On représente l'action d'un filtre par le schéma codé suivant :



Dans cette représentation, on code la lumière absorbable par le filtre par son code RVB barré.

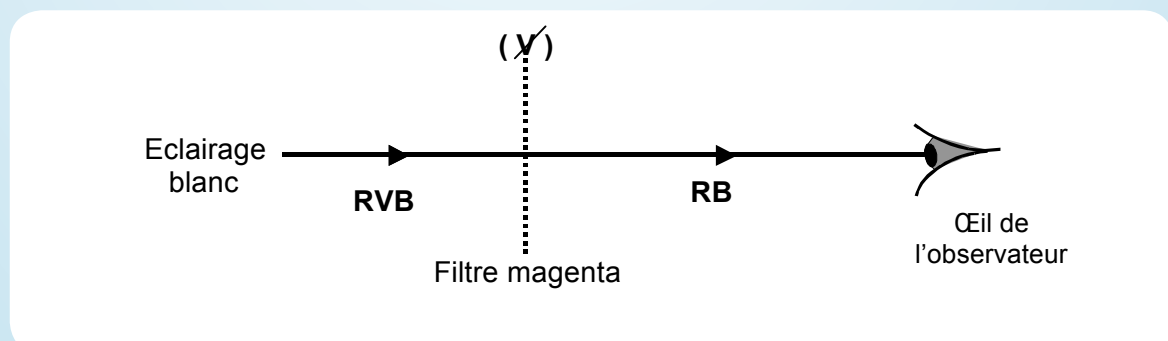
Exemples : - le code de la lumière absorbable par un filtre cyan est représenté par  $\overline{R}$  ;  
- le code de la lumière absorbable par un filtre vert est représenté par  $\overline{V}$ .

### Règles de soustraction

- la lumière absorbée est la partie de la lumière incidente absorbable par le filtre ;
- la lumière transmise est la partie de la lumière incidente non absorbable par le filtre ;
- la couleur du filtre perçue par l'observateur correspond à la lumière transmise.

Le filtre porte le nom de la couleur perçue lorsqu'il est éclairé avec de la lumière blanche.

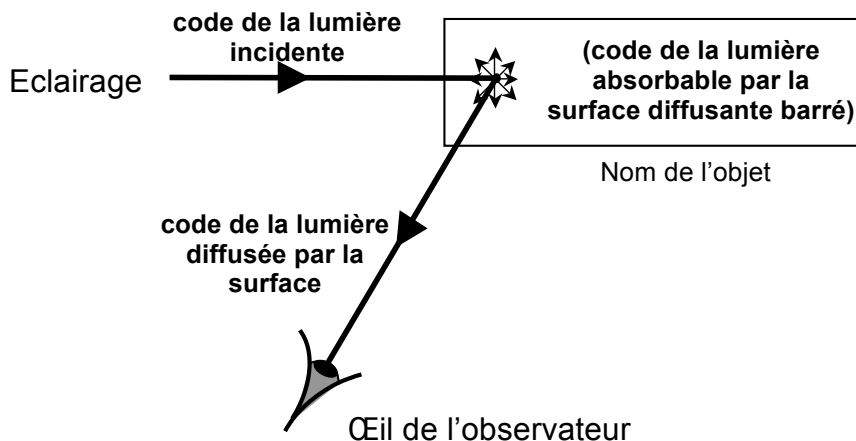
Par exemple : un filtre magenta est un filtre qui transmet les lumières R et B. On en déduit donc qu'un filtre magenta est un filtre qui absorbe la lumière verte. Il sera schématisé de la manière suivante :



## Quelle est l'action d'une surface opaque sur la lumière ?

Une surface opaque diffusante – une porte, une pierre ou tout objet qui n'est pas transparent - est une surface qui, lorsqu'elle est éclairée, absorbe certaines couleurs de lumière et diffuse les autres.

Dans le cadre du modèle précédent, l'action d'une telle surface sur la lumière qu'elle reçoit est représentée par le schéma codé suivant :



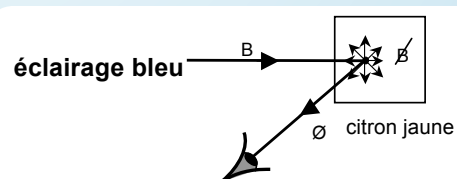
### Règles de soustraction

- la lumière absorbée est la partie de la lumière incidente absorbable par la surface opaque ;
- la lumière diffusée est la partie de la lumière incidente non absorbable par la surface opaque ;
- la couleur perçue de la surface opaque correspond à la lumière diffusée.

Exemples :

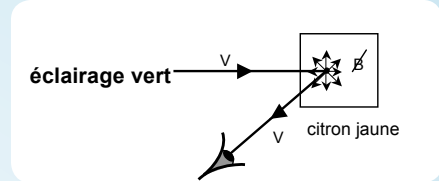
a) Un citron (jaune lorsqu'il est éclairé par une source de lumière blanche) est perçu noir, lorsqu'il est éclairé en lumière bleue.

- Lumière absorbable par le citron : B
- Lumière diffusée par le citron :  $B - B = \emptyset$
- Couleur perçue : noir

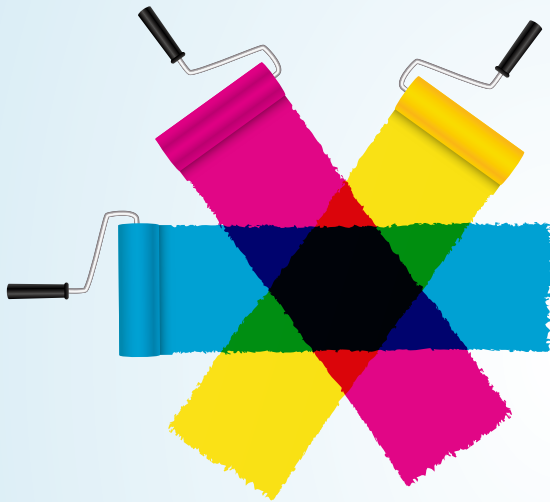


b) Un citron (jaune lorsqu'il est éclairé par une source de lumière blanche) est perçu vert, lorsqu'il est éclairé en lumière verte.

- Lumière absorbable par le citron : B
- Lumière diffusée par le citron :  $V - \emptyset = V$
- Couleur perçue : vert



Ce modèle rend compte des mélanges de pigments primaires en peinture. Ainsi, par exemple, un pigment cyan absorbe la lumière rouge et un pigment jaune absorbe la lumière bleue. Une surface recouverte d'un mélange de pigments cyan et jaune absorbe les lumières bleue et rouge. Eclairée en lumière blanche, elle ne diffuse que la lumière verte. La surface sera donc perçue verte.



Ce modèle, comme tous les modèles, a toutefois des limites. Un pigment jaune n'absorbe jamais la totalité de la lumière bleue. De même, un pigment cyan n'absorbe pas la totalité de la lumière rouge. Le mélange de ces deux pigments n'est donc jamais parfaitement vert ce qui permet à différents type de vert d'être perçus (dépendants de la quantité de rouge et bleu qui sont diffusés).



Pour aller plus loin...

### ANATOMIE DE L'ŒIL

L'œil est un organe qui permet à l'être humain de percevoir la lumière. D'un point de vue physique, il s'agit d'un système optique qui fonctionne grâce à une lentille, le cristallin, qui permet de focaliser l'image sur le récepteur, la rétine. L'information est ensuite transmise au cerveau - par l'intermédiaire du nerf optique - pour être analysée.

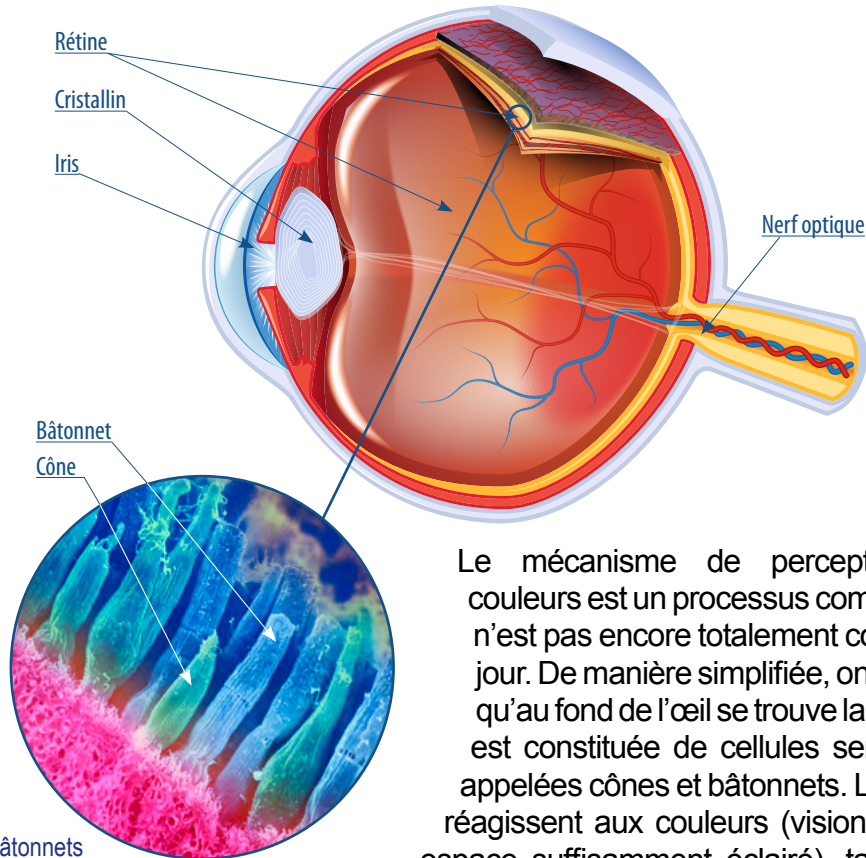


Photo prise au microscope électronique de cônes et bâtonnets formant la rétine

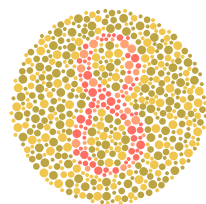
Le mécanisme de perception des couleurs est un processus complexe qui n'est pas encore totalement connu à ce jour. De manière simplifiée, on peut dire qu'au fond de l'œil se trouve la rétine qui est constituée de cellules sensorielles appelées cônes et bâtonnets. Les cônes réagissent aux couleurs (vision dans un espace suffisamment éclairé), tandis que les bâtonnets réagissent à l'intensité de la lumière (vision dans un espace sombre).

### DALTONISME

Les cônes – sensibles aux couleurs – formant la rétine sont de trois types différents. Lorsqu'un ou plusieurs types de cônes sont déficients ou absents, la personne souffre de daltonisme.

Il existe différents types de daltonisme, classés selon les couleurs non perçues. Le type le plus courant est la deutéranopie : incapacité de différencier le rouge et le vert.

Le daltonisme est une déficience le plus souvent héréditaire qui est plus fréquente chez les hommes. Le gène responsable du daltonisme se trouve sur le chromosome X. Les femmes ont deux copies du chromosome (XX), tandis que les hommes n'en ont qu'un seul (XY). Si un des gènes d'une femme est défectueux, elle peut compenser avec l'autre, alors qu'un homme ne le peut pas.



Une personne normale voit un 8, alors qu'un deutéranope voit un 3.

## Pour aller plus loin...

**VITESSE DE LA LUMIÈRE**

Un certain temps s'écoule entre l'émission de la lumière par une source et sa réception par l'œil d'un observateur. La vitesse de la lumière est donc finie.

Il faut savoir que :

- la lumière parcourt chaque seconde une distance d'environ 300 000 kilomètres. Sa vitesse est donc de 300 000 kilomètres par seconde ;
- un objet est vu tel qu'il était au moment de l'émission de la lumière qu'on reçoit, dans un passé proche ou lointain selon sa distance à l'observateur.

Exemples :

- La lumière met environ un dix-millième de seconde pour nous parvenir d'une colline située à 30 kilomètres. On considère donc que la vision de cette colline, et de tous les objets proches, est instantanée.
- La lumière met environ 8 minutes pour nous parvenir du Soleil. On voit donc le Soleil tel qu'il était il y a 8 minutes.
- La lumière met environ quatre ans à nous parvenir de l'étoile la plus proche (après le Soleil). On voit donc cette étoile telle qu'elle était il y a quatre ans.

L'année-lumière est une unité de longueur couramment utilisée en astronomie. Elle représente la distance parcourue par la lumière en un an. Cette distance vaut approximativement 10 000 000 000 000 km c'est-à-dire 10 billions de kilomètres.

Exemple : la nébuleuse du Crabe est située à environ 6300 années-lumière de la Terre. Les astronomes chinois ont observé son explosion en 1054. La photographie ci-contre, récemment prise par les télescopes spatiaux de la NASA, est donc une vue de la nébuleuse telle qu'elle était il y a 6300 ans.

La nébuleuse du Crabe vue par les télescopes spatiaux Chandra, Hubble et Spitzer (NASA) (By NASA, ESA, J. Hester and A. Loll)

