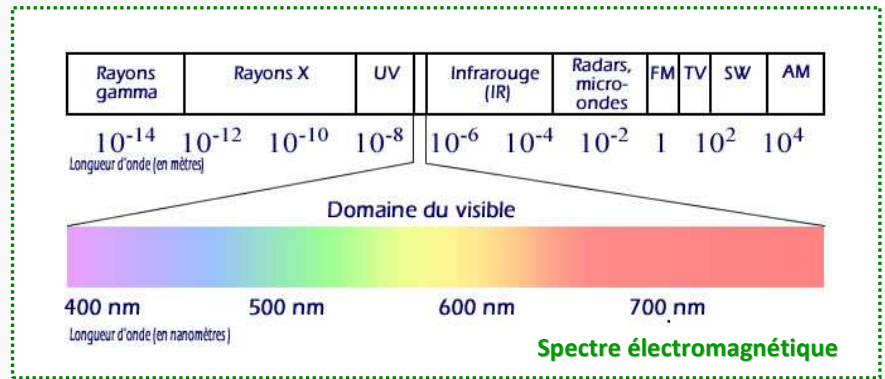


# LUMIERES ET OMBRES

## LA LUMIERE

### NATURE DE LA LUMIERE

- **Lumière** = forme de rayonnement auquel notre œil est sensible.
- Formée d'**ondes électromagnétiques**.
- Caractéristiques des radiations lumineuses :
  - **Fréquence (f)** – nombre de cycles par seconde exprimée en Hertz.
  - **Longueur d'onde (λ)** – distance parcourue pendant un cycle exprimée en mètre.



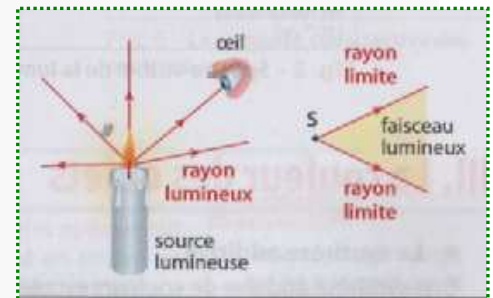
- Lumière visible correspond à un domaine très limité de longueurs d'onde : de 0,4 à 0,8 μm (400 à 800nm)

### PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE

- La lumière se propage dans toutes les directions en ligne droite dans un milieu **transparent<sup>1</sup>** et **homogène<sup>2</sup>**.
- La lumière se déplace aussi bien dans les **milieux matériels** (constitués d'atomes) que dans le **vide** (dépourvu de matière).

### Modèle du rayon lumineux

- **Rayon de lumière** = chemin suivi par la lumière pour aller d'un point à un autre, par un segment de droite avec une flèche indiquant le sens de propagation.
- **Faisceau lumineux** = ensemble de rayons lumineux. Schématisé par 2 rayons qui le limitent.



### Vitesse et sens de propagation

- Propagation de la lumière dans le vide et dans l'air à une vitesse approximative de **300 000 km/s = célérité**.
- **$C = \lambda \times f$**  (c = célérité de la lumière en m/s ; λ = longueur d'onde en m ; f = fréquence en hertz)
- La lumière se propage de la source primaire (ou secondaire) de lumière jusqu'à l'œil qui est le détecteur.

### Rencontre entre lumière et matière : différents phénomènes

- **Réflexion** : la lumière est déviée et renvoyée dans une autre direction (miroirs, fibres optiques)
- **Diffusion** : la lumière est renvoyée dans toutes les directions (objets, nuages ...)
- **Transmission** : la lumière traverse la matière et continue à se propager (vitre transparente)
- **Absorption** : la lumière est absorbée par la matière qui, alors, s'échauffe (corps noirs)
- **Réfraction** : la lumière est déviée lors du passage d'un milieu à un autre : passage air/eau, passage air/verre (lentilles)
- **Diffraction** : la lumière est déviée sans qu'il y ait réflexion ou réfraction (passage d'une fente)
- **Dispersion** : une lumière polychromatique est dispersée quand les différentes radiations qui la composent sont séparées (prisme, réseau, bulles de savon)



<sup>1</sup> **Milieu transparent** : milieu qui transmet la lumière sans la diffuser ; la lumière traverse le milieu.

<sup>2</sup> **Milieu homogène** : Milieu identique en tout point.

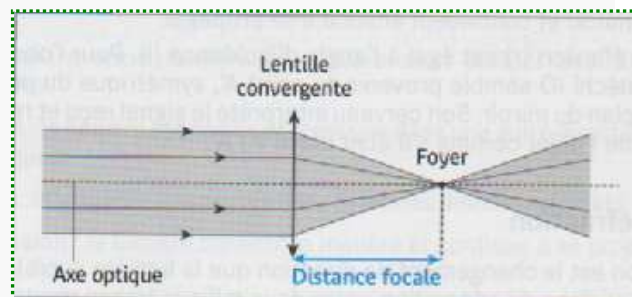
- **Rencontre entre lumière et matière : permet de distinguer les corps.**
  - **Corps transparent** : objets qui laissent passer la lumière et à travers lesquels on distingue les formes et les couleurs.
  - **Corps opaques** : objets à travers lesquels la lumière ne se propage pas et qui provoquent un phénomène d'ombre.
  - **Corps translucides** : objets qui laissent passer la lumière, mais à travers lesquels on ne distingue pas (ou mal) les formes et les couleurs. (ex. papier calque, nuages, porcelaine...)

## DISTINCTION ENTRE SOURCES ET DETECTEURS DE LUMIERE

- **Les sources de lumière**
  - Les **sources primaires** : produisent la lumière qu'elles émettent par **incandescence**<sup>3</sup> ou **luminescence**<sup>4</sup>.
    - Sources **chaudes** : production de lumière à haute température (soleil, étoiles, feu...)
    - Sources **froides** : production à basse température (lasers, tubes fluorescents, vers luisants...)
  - Les **sources secondaires** : diffusent/réfléchissent la lumière d'une autre source.
- **Les récepteurs de lumière**
  - Corps réagissant à la lumière.
  - Trois grandes catégories :
    - **Œil humain**
      - Reçoit les rayons lumineux qui traversent une succession de milieux transparents et viennent impressionner la rétine.
      - Reçoit les cellules de la rétine transmettent au cerveau un influx nerveux, par le nerf optique.
    - **Détecteurs photochimiques**
      - Substances chimiques réagissant sous l'action de la lumière.
    - **Détecteurs photoélectroniques**
      - Composants électroniques ayant un comportement qui dépend de la lumière reçue.

## PROPRIETES DES LENTILLES

- **Lentilles convergentes** (à bords minces) : propriété de faire converger les rayons de lumière en un point appelé foyer.
- **Lentilles divergentes** (à bords épais) : propriété de faire diverger les rayons de lumière.
- **Foyer** = point de convergence d'un faisceau lumineux provenant d'un objet très éloigné (faisceau de rayons parallèles à l'axe optique)
- **Distance focale** = distance qui sépare le centre de la lentille au foyer.



## LES COULEURS

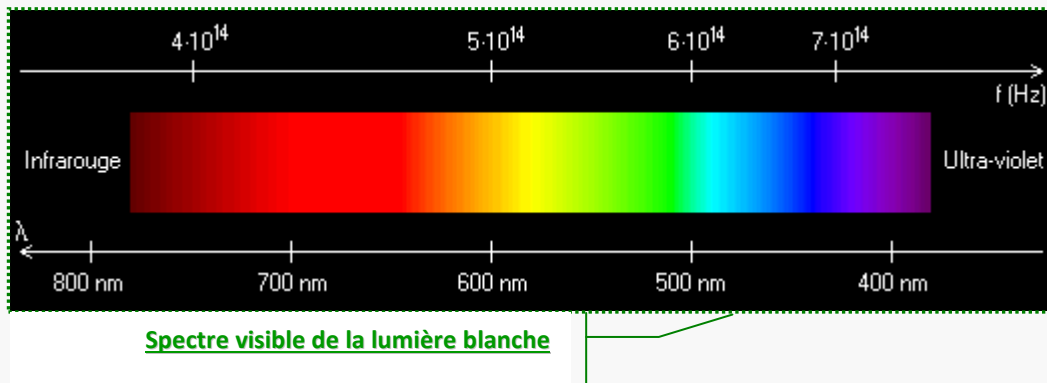
### COULEUR DE LA LUMIERE

- A chaque valeur de longueur d'onde, l'œil associe une nuance de couleur.
- **Lumière monochromatique** = lumière constituée d'une seule radiation / une seule couleur (ex laser).
- **Lumière polychromatique** = lumière constituée de plusieurs radiations (ex lumière blanche)
- **Lumière blanche**
  - Lumière du jour émise par le **soleil** ou par une lampe à incandescence.
  - Constitué par la **superposition** d'une infinité de lumières colorées (radiations)
  - **Radiations** correspondent aux couleurs de l'arc en ciel : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange et rouge
  - Un **filtre** permet d'obtenir une lumière colorée à partir d'une lumière blanche (il absorbe les autres radiations)

<sup>3</sup> Un corps **incandescent** dont la température est suffisamment élevée émet un rayonnement visible ou invisible, c'est le cas d'une ampoule électrique qui émet dans le spectre visible, mais aussi celui du fer à repasser chaud qui émet dans l'infrarouge.

<sup>4</sup> La **luminescence** consiste en l'émission de lumière à basse température. Dans ce cas les atomes d'un corps ont été excités par un apport d'énergie. Le gaz soumis à des tensions électriques élevées émettent de la lumière (lampes à vapeur, lasers...). Les réactions chimiques (combustion) ou biochimiques (lucioles) peuvent aussi produire de la lumière. Quand l'émission de lumière suit l'excitation, on parle de fluorescence, quand le délai est plus long, on parle de phosphorescence.

- **Spectre** de la lumière blanche = ensemble des radiations visibles à l'œil nu.



## COULEUR DES OBJETS

- Pour être visible, un objet doit être éclairé par une **source de lumière** (primaire ou secondaire) et la lumière qu'il reçoit doit pénétrer dans l'œil de l'observateur.
  - **Couleur apparente** de l'objet = couleur perçue par l'œil. Elle dépend de la lumière que l'objet reçoit.
  - **Couleur propre** de l'objet = couleur de l'objet éclairée en lumière blanche. Un objet éclairé en lumière colorée à une couleur apparente différente de sa propre couleur.
- La couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il reçoit mais aussi de la lumière qu'il diffuse et est le résultat d'une interaction entre la lumière et la matière.

### Exemple :

Balle blanche, fraise rouge, plante verte et t-shirt bleu dans un carton noir.

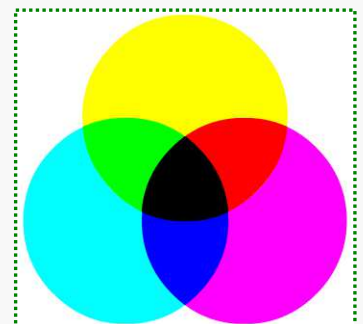
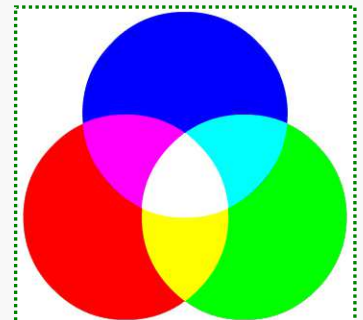
Eclairée par lumière blanche = balle blanche, fraise rouge, plante verte, t-shirt bleu et carton noir

Eclairée par lumière rouge = balle rouge, fraise rouge, plante noire, t-shirt noir et carton noir

Eclairée par lumière verte = balle verte, fraise noire, plante verte, t-shirt noir et carton noir

Eclairée par lumière bleue = balle bleu, fraise noire, plante noire, t-shirt bleu et carton noir

- **Synthèse additive**
  - Réalisée par l'éclairage simultané d'un écran blanc avec 3 lumières colorées **monochromatique** (rouge, verte et bleue)
  - Jaune, cyan et magenta sont appelés **couleurs secondaires** (ou complémentaires)
  - 3 couleurs **fondamentales** permettent d'obtenir toutes les autres couleurs par addition.
  - Utilisée dans tous les écrans (cathodique, LCD, plasma).
- **Synthèse soustractive**
  - Correspond à une sélection de radiations.
  - On superpose des filtres pour obtenir de nouvelles couleurs.
  - Utilisée en peinture, imprimante à jet d'encre.



## LES OMBRES

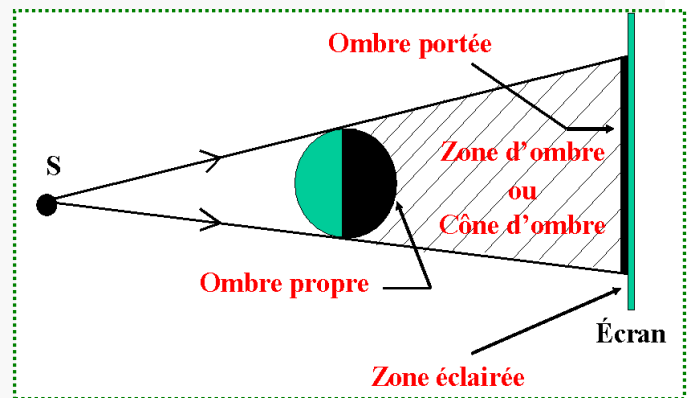
- **Conditions d'obtention d'une ombre**
  - Pour produire une ombre, il faut une source de lumière et un objet **opaque<sup>5</sup>**, ce dernier se trouvant entre la source lumineuse et l'ombre de l'objet.
  - Si objet opaque éclairé par plusieurs sources de lumière ==> plusieurs ombres visibles.
  - Ombre est uniformément sombre (ne dépend pas de la couleur de la source de lumière).

<sup>5</sup> Corps qui ne transmet pas la lumière.

- **Ombre propre, ombre portée et pénombre**

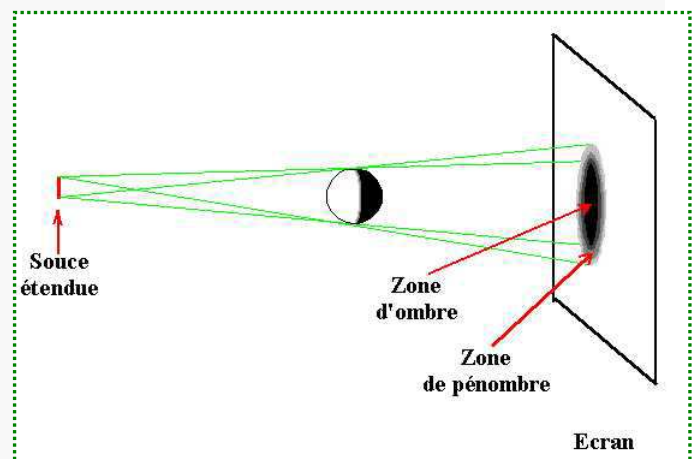
- Un objet opaque placé devant une **source ponctuelle**<sup>6</sup> empêche la propagation de la lumière de cette source dans tout le volume d'espace situé derrière lui. On distingue :

- **Ombre propre** de l'objet : partie non éclairée par la source de lumière.
    - **Cône** ou zone d'ombre projetée par l'objet : région de l'espace située entre la zone propre et l'ombre portée.
    - **Ombre portée** : partie d'un autre objet en vis-à-vis du premier et sur laquelle les rayons lumineux n'arrivent pas. 3 éléments nécessaires pour l'observer ==> une source de lumière, un objet opaque et un écran (opaque ou translucide). L'ombre portée est observée sur l'écran



- Lorsque la source est **étendue**<sup>7</sup>, l'ombre portée se découpe en 2 zones :

- **Zone d'ombre** : zone qui ne reçoit aucune lumière de la source
    - **Zone de pénombre** : zone qui ne reçoit des rayons que d'une partie de la source



- **Variation d'une ombre portée**

- La **taille de l'ombre** de l'objet dépend de la disposition de la source de lumière, de l'objet et de l'écran :

- Si les rayons de la source sont **parallèles** (ex. soleil), la taille de l'ombre est **toujours la même**, quelles que soient les distances entre l'objet et l'écran, à condition que l'on ne change pas les orientations relatives. Si l'objet est parallèle à l'écran, on a alors **égalité de taille** entre l'ombre portée et l'objet.
    - Si les rayons ne sont **pas parallèles** (ex. lampe), les facteurs influençant la taille de l'ombre sont les **orientations**, la **taille** de l'objet et les **distances** entre la source et l'objet, entre l'objet et l'écran, entre la source et l'écran. Si les orientations et la distance source-objet sont fixés, la taille de l'ombre **diminue** si on rapproche l'objet de l'écran. Si l'objet est parallèle à l'écran, l'ombre est **homothétique** de l'objet (leurs dimensions sont proportionnelles et les angles sont conservés. Elle est toujours plus grande que l'objet.

- La **forme de l'ombre** portée dépend de ses orientations par rapport à la source et à l'écran. Quand on fait varier ces orientations, les formes de l'ombre portée changent.

- Dans le cas d'un objet de faible épaisseur, il faut placer l'objet parallèlement à l'écran pour obtenir une ombre de la **même forme** que l'objet (il n'est pas nécessaire d'aligner source de lumière, centre de l'objet et centre de l'écran pour obtenir ce résultat).
    - Si on place plusieurs objets longilignes perpendiculairement à un écran, les ombres portées seront **rectilignes**. Elles seront :
      - **Parallèles** si les rayons de la source de lumières sont parallèles (soleil)
      - **Divergentes** si les rayons de la source de lumière sont divergents (lampe)

<sup>6</sup> Une source de lumière est dite « **ponctuelle** » quand elle est assimilable à un seul point émettant de la lumière dans toutes les directions.

<sup>7</sup> Une source de lumière est dite « **étendue** » quand elle est de grande dimension.