**Chapitre 3 : LA LUMIERE**

1. **INTRODUCTION**

La lumière répond à 2 théories :

La théorie ondulatoire : la lumière est une onde électromagnétique sinusoïdale.

La théorie corpusculaire : la lumière se propage sous forme de grains d’énergie appelés photons.

***Ces deux théories coexistent….***

1. **CORPS LUMINEUX**

On appelle corps lumineux, tout corps qui envoie de la lumière. On distingue 2 types de corps lumineux :

-les sources primaires : soleil, ampoule, étoile…. **objets qui émettent de la lumière par eux-mêmes**.

-les sources secondaires : émettent de la lumière grâce aux sources primaires qui les éclairent. La lune en est une, comme tous les objets visibles par l’œil (à l’exception des sources primaires).

1. **LA PROPAGATION DE LA LUMIERE**
   1. **L’ASPECT ONDULATOIRE DE LA LUMIERE**

*La lumière est une onde électromagnétique.*



**Vitesse** de la lumière dans le vide : célérité (c) C=3.108m.s-1

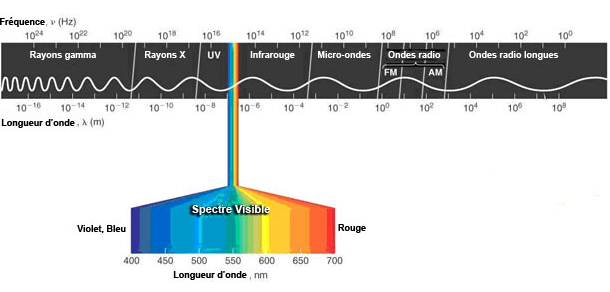
Une onde est caractérisée par sa période et sa fréquence.

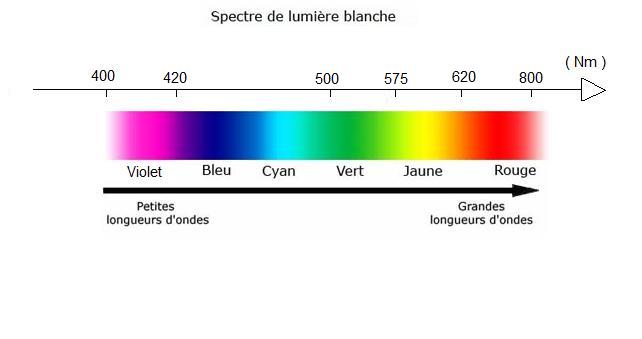
T : **période** : tps que met une onde pour retrouver une forme identique.

f : **fréquence** : nombre de période en 1 seconde f=1/T

λ : **Longueur d’onde** (distance parcourue par le phénomène pendant une période).

# LE DOMAINE DE LA LUMIERE VISIBLE





La fréquence de la lumière caractérise sa couleur…..il est fréquent de caractériser la couleur d’une onde lumineuse par sa longueur d’onde dans le vide…

La longueur d’onde correspondant au jaune est celle pour laquelle l’œil a un maximum de sensibilité.

**Lumière monochromatique :** toutes les ondes possèdent la même longueur d’onde

**Lumière Polychromatique :** plusieurs longueurs d’onde (la lumière blanche)

* 1. **LES MILIEUX**

On appelle milieu une portion de l’espace dans lequel circule la lumière.

**Classification des milieux :**

* Milieux transparents : laisse passer la lumière et permet de voir distinctement « les formes » (verre, eau, air)
* Milieux translucides : laisse passer la lumière mais pas les formes (brouillard, verres dépolis)
* Milieu homogène : milieu dont les composants sont répartis uniformément.
* Milieu isotrope : milieu ayant les mêmes caractéristiques optiques et physiques dans toutes les directions.
  1. **LES INDICES**

En optique, tout milieu est caractérisé par son indice de réfraction noté n. L’indice caractérise la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu considéré. Il s’agit du rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans le milieu considéré.

n=c/V n : indice du milieu

c : célérité de la lumière dans le vide

V : vitesse de la lumière dans le milieu considéré.

Remarques :

- n≥1

- n n’a pas d’unité.

- Plus l’indice est faible, plus la lumière se propage vite.

- Le plus petit indice est celui de l’air (ou du vide…) n=1.

Exemple :

C=3.108 m.s-1

V=2.105 Km.s-1

Indice du verre ?

V=225000km.s-1

Indice du milieu ?

Relations entre la longueur d’onde et l’indice :

Il y a une relation entre l’indice n et la longueur d’onde λ. **vide = n . **

Remarque : la longueur d’onde d’une vibration varie en fonction du milieu dans lequel elle se propage.

 (Dans cette équation a et b sont des caractéristique propre à la matière d’indice n)

* 1. **LES LOIS DE LA PROPAGATION**

On étudiera uniquement la propagation dans les milieux transparents et homogènes et isotropes.

Il existe 3 lois :

* la lumière se propage  en ligne droite.

A

B

* Pour aller d’un point A à un point B la lumière n’emprunte pas le trajet le plus court mais le plus rapide. (théorème de Fermat)



* Le trajet de la lumière est indépendant de son sens de propagation (principe de retour inverse)

Remarque : Le sens conventionnel de propagation de la lumière est de la gauche vers la droite.

1. **SYSTEME OPTIQUE**
   1. **DEFINITION**

Un système optique est un ensemble de milieux transparents d’indices différents, séparés par des éléments optiques tel qu’un dioptre, un miroir…

Un dioptre est une surface plane ou sphérique séparant deux milieux d’indices différents.

Un système optique est dit centré si tous les centres de courbure des différentes surfaces de révolution sont alignés selon un axe appelé **axe optique.**

* 1. **LES DIFFERENTS TYPES DE SYSTEMES OPTIQUES**
     + 1. Les systèmes dioptriques.

Dans les systèmes dioptriques la lumière ne subit pas de réflexion.

Un tel système est composé uniquement de dioptres.

Exemple : loupe, longue-vue, microscope monoculaire.

* + - 1. Les systèmes catoptriques.

Dans ce type de systèmes optiques la lumière ne subit que des réflexions. Ces systèmes sont composés uniquement de miroirs (surfaces réfléchissantes planes ou sphériques).

Exemple : le télescope.

* + - 1. Les systèmes catadioptriques.

Ce sont des systèmes composés de dioptres et de miroirs.

Exemple : l’appareil photo « reflex ».

1. **LES RAYONS ET FAISCEAUX LUMINEUX**
   1. **LA NOTION DE RAYON LUMINEUX**

En optique géométrique, on ignore le caractère ondulatoire de la lumière. On s’appuie sur des principes fondamentaux qui font appel à la notion de rayons lumineux (sans existence physique). Ces rayons lumineux sont des artifices commodes de calculs pour étudier la formation des images dans les systèmes optiques.

Toute droite suivant laquelle se propage la lumière est un rayon lumineux, il est schématisé par une droite fléchée.

* 1. **LA NOTION DE FAISCEAU LUMINEUX**

Un ensemble de rayons lumineux issus d’un même point est appelé faisceau lumineux. Un faisceau lumineux sera représenté par ses rayons extrêmes.

Il existe 2 types de faisceaux lumineux :

* + les faisceaux cylindriques (ou parallèles)
  + les faisceaux coniques :
    - convergents
    - divergents

Ouverture d’un faisceau :

L’angle formé par les deux rayons lumineux qui limitent le faisceau conique est appelé ouverture du faisceau.

Plus l’angle du faisceau est grand, plus le faisceau est ouvert.

Remarques :

Il est impossible d’isoler un rayon lumineux.

Un faisceau cylindriques ou // n’a pas de sommet. On dit qu’il provient de l’infini et que ses rayons convergent à l’infini.

* 1. **LA NOTION D’INCIDENCE ET D’EMERGENCE**

Tout rayon frappant la face d’entrée d’un système optique est appelé **rayon incident**. Il en est de même pour les faisceaux, tout faisceau frappant la face d’entrée d’un système optique est appelé **faisceau incident**.

Tout rayon sortant d’un système optique est appelé **rayon émergent**. Il en est de même pour les faisceaux, tout faisceau sortant d’un système optique est appelé **faisceau émergent**.

* 1. **LES DIFFERENTS TYPES DE FAISCEAUX**
     + 1. Les faisceaux cylindriques ou parallèles :

*Faisceau incident issu d’un point A à l’infini sur l’axe optique du Système Optique*

*Faisceau incident issu d’un point A à l’infini hors de l’axe optique*

*Faisceau émergent se dirigeant vers un point A’ à l’infini sur de l’axe*

*Faisceau émergent se dirigeant vers un point A’ à l’infini hors de l’axe*

* + - 1. les faisceaux coniques :

**Les faisceaux coniques convergents :**

*Faisceau incident convergent se dirigeant vers un point A sur l’axe optique*

*Faisceau incident convergent vers un point B hors de l’axe optique*

Faisceau émergent conique convergent se dirigeant vers un point A’ sur l’axe.

Faisceau émergent conique convergent se dirigeant vers un point B’ hors de l’axe.

**Les faisceaux coniques divergents :**

*Faisceau incident conique divergent, issu d’un point A sur l’axe.*

*Faisceau incident conique divergent, issu d’un point B hors de l’axe.*

Faisceau émergent conique divergent, issu d’un point A’ sur l’axe.

Faisceau émergent conique divergent, issu d’un point B’ hors l’axe.

1. **NOTION D’OBJET** 
   1. **ESPACE OBJET:**

Dans le sens positif de la lumière, on appelle espace objet d’une surface optique, tout ce qui est en avant de cette surface. (à sa gauche dans le sens de la lumière).

* 1. **OBJET PONCTUEL:**

Tout point lumineux qui émet des rayons en direction d’un système optique est appelé objet pour le système.

**Un point objet est le point de concours des rayons incidents.**



* 1. **OBJET REEL ET OBJET VIRTUEL :**

**Réel**: un point objet est réel lorsqu’il se trouve au **croisement de rayons incidents réels**.



**Virtuel** : un point objet est virtuel lorsqu’il est au **croisement de rayons incidents virtuels**. Les rayons incidents semblent se croiser au niveau du point objet.

Remarque : les rayons virtuels sont le prolongement des rayons réels…..par convention ils sont représenté en pointillés.



* 1. **NOTION D’OBJET ETENDU**

Un objet étendu est l’association d’objets ponctuels. Il présente une certaine taille.

1. **NOTION D’IMAGE**
   1. **ESPACE IMAGE :**

Dans le sens positif de la lumière, on appelle espace image d’une surface optique tout ce qui est après cette surface. (A droite)

* 1. **IMAGE PONCTUELLE :**

Après traversée d’un système optique, les rayons se croisent en un point appelé image pour le système.

**Un point image est le point de concours des rayons émergents.**



Point image à l’infini hors de l’axe.

* 1. **IMAGE REELLE ET IMAGE VIRTUELLE :**

**Réelle :** une image est réelle lorsqu’elle se trouve **au croisement de** **rayons émergents réels**.



**Virtuelle :** une image est virtuelle lorsqu’elle se trouve au **croisement de rayons émergents virtuels**. (Les rayons émergents semblent se croiser sur une image virtuelle.)



* 1. **NOTION D’IMAGE ETENDUE**

Une image étendue est l’association d’images ponctuelles. Elle présente une certaine taille.

1. **NOTION DE CHAINE D’IMAGES**

Un objet ponctuel A émet de la lumière vers un SO. Après avoir traversé ce système, les rayons convergent vers l’image A’. **On dit que A et A’ sont conjugués par rapport au SO.**

Cette relation peut être écrite sous la forme de chaînes d’images :



**Exercice avec plusieurs systèmes optiques :**

Le dessin ci-dessous représente un instrument d’optique composé de quatre dioptres. Un faisceau issu d’un point B est tracé à travers tout l’instrument.

1. Donner la nature du point B ainsi que celle de ses conjugués. (Objet ou image ET réel ou virtuel). Justifier.
2. Qualifier la portion de faisceau située en avant de S1. (cylindrique/conique, convergent/divergent, incident/émergent…)



1. **NOTION DE STIGMATISME RIGOUREUX ET STIGMATISME APPROCHE**

On dit qu'il y a ***stigmatisme rigoureux*** pour deux points A et A' (objet et image) conjugués si tous les rayons incidents passant par A donnent après traversée du système optique des rayons émergents passant par A’.



*Stigmatisme rigoureux.*

**Dans la réalité**, les rayons lumineux issus d’un point A, ne sont pas forcément concourants en un unique point A’, après traversée d’un système optique**. Les systèmes optiques ne sont pas stigmatiques.**



**En OG, afin de se rapprocher de cette notion de stigmatisme rigoureux et de travailler uniquement avec des systèmes stigmatiques, on travaille dans des conditions dites de Gauss :**

* + **Rayons peu inclinés par rapport à l’axe optique**
  + **Faisceaux peu ouverts (8 à 10°)**

**On parle dans ce cas de stigmatisme approché.**

1. **NOTION D’APLANETISME**

Dans les conditions de Gauss, un plan transversal objet donnera après traversé du système optique un plan transversal image. On parle de **notion d’aplanétisme**.

Tout point objet appartenant au plan [A] aura pour conjugué un point image appartenant au plan [A’]



De ce fait, un objet étendu donnera après traversée du système optique une image étendue.



**Exercice d’application :**

Le dessin ci-dessous représente un système optique composé de six dioptres sphériques. Un objet étendu AB ainsi que ses conjugués sont représentés.

1. Ecrire la chaîne des images
2. Déterminer la nature des images de AB (réelle ou virtuelle).
3. Déterminer la position de A’ (image finale de A)
4. Tracer la marche du faisceau issu de B (la notion de stigmatisme peut vous aider).
5. Tracer la marche d’un rayon issu de A……..

