

# Module d'Optique (Devant Fabrice Sincère)

1<sup>ère</sup> partie : Introduction

2<sup>ème</sup> partie : Optique géométrique

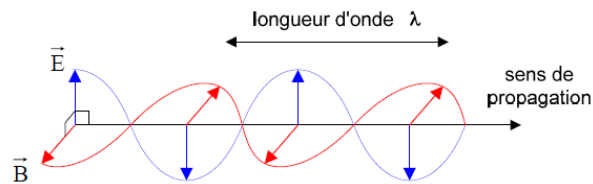
3<sup>ème</sup> partie : Optique ondulatoire

## 1<sup>ère</sup> partie Introduction

L'Optique est la partie de la physique qui étudie les propriétés de la lumière.

### Chapitre 0 : Les ondes électromagnétiques

Les ondes EM sont formées d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B (fig. 1) :



#### 1-1- Caractéristiques d'une onde EM

- fréquence  $f$  [Hz]
- célérité (vitesse de propagation)  $c$  [m/s]
- longueur d'onde  $\lambda$  [m]
- intensité [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

La longueur d'onde est la distance parcourue en une période :

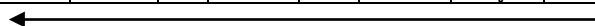
$$\lambda = cT = c/f \quad c \text{ et } \lambda \text{ dépendent du milieu de propagation :}$$

- dans le vide :  $c_0 = 299\,792\,458 \text{ m/s}$  ( $\approx 300\,000 \text{ km/s}$ )
- $c \leq c_0$
- $\lambda \leq \lambda_0$

#### 1-2- Classification des ondes EM (tableau 1)

Fréquence $f$	Longueur d'onde $\lambda_0$	Domaine
< 300 kHz	> 1 km	Basse fréquence : réseau électrique EDF 50 Hz, réseau téléphonique, radio GO
300 kHz – 3 MHz	1000 m – 100 m	Moyenne fréquence : radio PO
3 MHz – 30 MHz	100 m – 10 m	Haute fréquence (HF)
30 MHz – 300 MHz	10 m – 1 m	Très haute fréquence (VHF) : radio FM, télévision
300 MHz – 3 GHz	100 cm - 10 cm	Ultra haute fréquence (UHF) : télévision, téléphonie mobile, Wifi
3 GHz – 10 GHz	10 cm – 3 mm	Hyperfréquence (SHF) : radar
10 GHz – 600 GHz	3 mm – 0,5 mm	Micro-ondes : four à micro-ondes
600 GHz – $4 \cdot 10^{14}$ Hz	0,5 mm – 0,76 $\mu\text{m}$	Infrarouge (IR) : rayonnement thermique
<b><math>4 \cdot 10^{14}</math> Hz – <math>7,5 \cdot 10^{14}</math> Hz</b>	<b>0,76 <math>\mu\text{m}</math> – 0,4 <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Lumière visible : rouge au violet</b>
$7,5 \cdot 10^{14}$ Hz – $3 \cdot 10^{16}$ Hz	400 nm – 10 nm	Ultraviolet (UV)
$3 \cdot 10^{16}$ Hz – $3 \cdot 10^{20}$ Hz	$10^{-8}$ m – $10^{-12}$ m	Rayons X
$3 \cdot 10^{20}$ Hz – $3 \cdot 10^{22}$ Hz	$10^{-12}$ m – $10^{-14}$ m	Rayons $\gamma$ (gamma)
> $3 \cdot 10^{22}$ Hz	< $10^{-14}$ m	Rayons cosmiques

Ondes radio	Micro-ondes	IR	Visible	UV	Rayons X	Rayons $\gamma$	Rayons cosmiques
-------------	-------------	----	---------	----	----------	-----------------	------------------

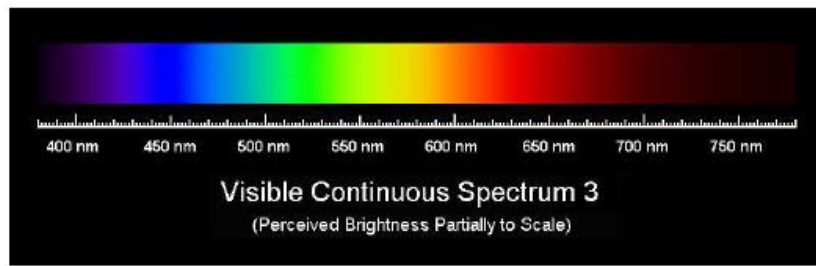


$\lambda$

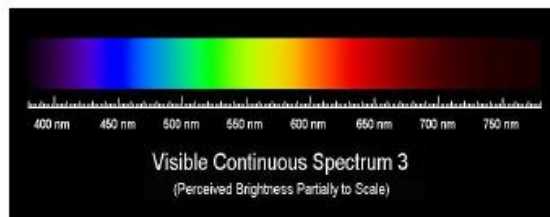
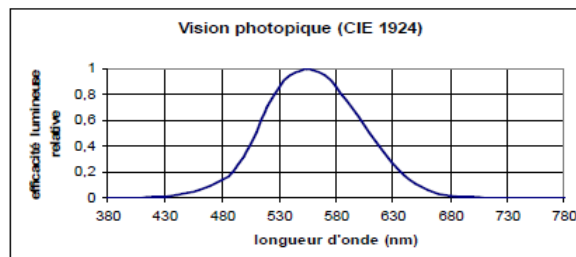
0,8 mm 0,4

### 1-3- Correspondance entre fréquence et couleur (tableau 2)

Fréquence (Hz)	Longueur d'onde $\lambda_0$	Couleur
$7,5 \cdot 10^{14}$	400 nm	Violet extrême
	420 nm	Violet
	440 nm	Indigo
$6,25 \cdot 10^{14}$	480 nm	Bleu
	500 nm	Bleu-Vert
	520 nm	Vert
	560 nm	Vert-Jaune
	580 nm	Jaune
$5 \cdot 10^{14}$	600 nm	Orange
	620 nm	Rouge moyen
	650 nm	Rouge
$4 \cdot 10^{14}$	760 nm	Rouge extrême



### 1-4- Courbe de sensibilité de l'oeil (fig. 2)



Maximum de sensibilité : 555 nm (vert-jaune)

### 1-5- Sources de lumière

- Lumière monochromatique

C'est une lumière composée d'une seule longueur d'onde.

Ex. : Laser

Lampe à vapeur de sodium ...



- Lumière polychromatique

C'est un mélange de lumières monochromatiques.

Ex. : Lumière blanche (lumière du jour, ampoule ...)

Soleil, LED ...



## 1-6- Indice de réfraction d'un milieu transparent

Définition :  $n = c_0 / c$

- Indice de réfraction du vide :  $n_0 = 1$

- $n \geq 1$

- $n_{\text{air}} \approx 1,0003$

- $n_{\text{eau}} \approx 1,33$  (eau  $\gg$  225 000 km/s)

- $n_{\text{verre}} : 1,5 \text{ à } 1,9$

- $n(\lambda)$  : l'indice de réfraction dépend de la couleur (sauf dans le vide)



Remarque :  $\lambda = \lambda_0 / n$

- $\lambda_{\text{air}} \approx \lambda_0$

- Laser He-Ne :  $\lambda_{\text{air}} = 632,8 \text{ nm (rouge)}$   
 $\lambda_{\text{eau}} = 632,8 / 1,331 = 475 \text{ nm (rouge)}$

## Chapitre 2 Théorie corpusculaire de la lumière

La lumière est constituée de particules élémentaires :

les photons (Einstein 1905)

Propriétés du photon :

- masse nulle

- vitesse de la lumière

- énergie :  $E = hf$

$h \approx 6,62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  (constante de Planck)