

Module d'Optique (Devant Fabrice Sincère)

1^{ère} partie : Introduction

2^{ème} partie : Optique géométrique

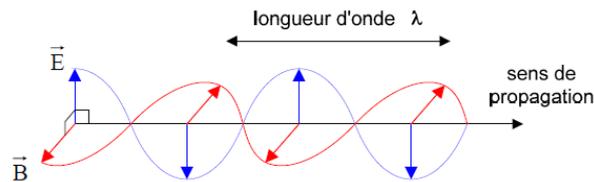
3^{ème} partie : Optique ondulatoire

1^{ère} 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 λ [m]
- intensité [W/m^2]

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

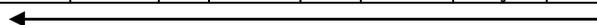
$$\lambda = cT = c/f \quad c \text{ et } \lambda \text{ dépendent du milieu de propagation :}$$

- 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 λ_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 μm	Infrarouge (IR) : rayonnement thermique
$4 \cdot 10^{14}$ Hz – $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz	0,76 μm – 0,4 μm	Lumière visible : rouge au violet
$7,5 \cdot 10^{14}$ 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 γ (gamma)
> $3 \cdot 10^{22}$ Hz	< 10^{-14} m	Rayons cosmiques

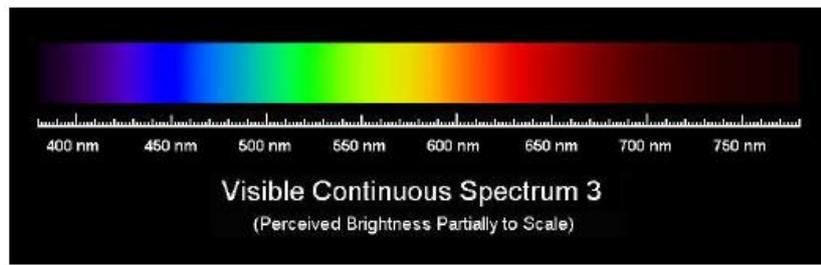
Ondes radio	Micro-ondes	IR	Visible	UV	Rayons X	Rayons γ	Rayons cosmiques
-------------	-------------	----	---------	----	----------	-----------------	------------------



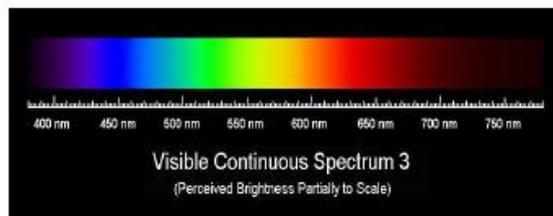
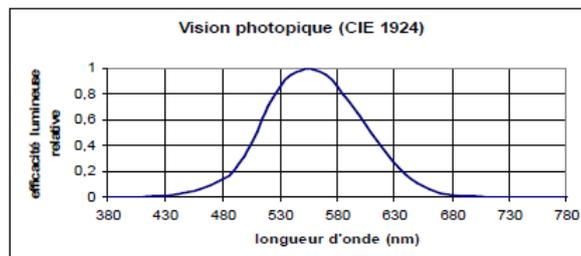
λ 0,8 mm 0,4

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

Fréquence (Hz)	Longueur d'onde λ_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)