

## Fiche de cours – Introduction à l'optique ondulatoire

Ceci est un exemple minimal de fiche de cours concernant ce chapitre. Je vous encourage à vous en inspirer pour faire votre propre fiche (écrire votre fiche vous aidera à retenir), qui pourra être plus complète, plus personnelle, avec des schémas, des couleurs, des flèches...

► **Modélisation de la lumière :**

La lumière est modélisée comme une **onde**.

	OPPM (ex. des $x$ croissants)	Pulsation $\omega$ Fréquence $\nu$	Vecteur d'onde $\vec{k}$ Longueur d'onde $\lambda$	Relation de dispersion	Lien entre vide et milieu d'indice $n$
Dans le vide	$s(M, t) = s_0 \cos(k_0 x - \omega t + \varphi_0)$	$\omega = 2\pi\nu$	$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0}$	$\frac{\omega}{k_0} = c$	$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$ et
Dans un milieu d'indice optique $n$	$s(M, t) = s_0 \cos(kx - \omega t + \varphi_0)$	$\omega = 2\pi\nu$	$k = \frac{2\pi}{\lambda}$	$\frac{\omega}{k} = \frac{c}{n}$	$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi n}{\lambda_0}$

► En notation complexe :  $\underline{s}(M, t) = s_0 e^{i(kx - \omega t + \varphi_0)}$ .

► **Chemin optique :**

Entre un point  $A$  et un point  $B$  :

$$(AB) = \int_{A,C}^B n(M) dl$$

► Cas d'un milieu homogène ( $n$  uniforme) :  $(AB) = n \times AB$ .

**Lien avec le déphasage :**

$$\varphi(B, t) - \varphi(A, t) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (AB).$$

► **Surfaces d'onde ou surfaces équiphasse :**

Soit une source monochromatique ponctuelle  $S$ . On se place à  $t$  fixé.

**Définition** d'une surface d'onde ou équiphasse : surface continue où la phase  $\varphi(M, t)$  est la même.

⇔

Ensemble des points  $M$  tels que le chemin optique  $(SM)$  parcouru le long des rayons lumineux est constant.

**Propriétés :**

- Le chemin optique entre deux surfaces d'onde est constant, quel que soit le rayon lumineux suivi.
- Le chemin optique entre deux points conjugués est le même quel que soit le rayon lumineux suivi.

---

► **Théorème de Malus :**

$$\boxed{\text{Rayons lumineux} \perp \text{Surfaces d'onde}}$$

---

► **Modèle des trains d'onde :**

Une source quasi-monochromatique émet une succession de trains d'onde.

▷ Pour chaque train d'onde :

- phase à l'origine  $\varphi_0$  aléatoire ;
- amplitude  $s_0$  ;
- fréquence  $\nu_0$  ;
- durée moyenne  $\tau_c$  appelée **temps de cohérence**.

▷ Le spectre en fréquence de la source est centré en  $\nu_0$  et a une largeur  $\Delta\nu$ .

On a  $\boxed{\tau_c \Delta\nu \simeq 1}$ .

▷ Le spectre en longueur d'onde est centré en  $\lambda_0$  et a une largeur  $\Delta\lambda$ .

On a  $\boxed{\Delta\lambda = \frac{c\Delta\nu}{\nu^2}}$ . (expression à savoir démontrer en écrivant  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  puis  $d\lambda = c d\frac{1}{\nu} = \dots$ )

**Ordres de grandeurs :**

▷ Visible : 400 - 800 nm, soit  $\nu = \frac{c}{\lambda} \simeq 10^{15}$  Hz.

▷ Temps de cohérence d'un laser :  $10^{-9}$  s, d'une lampe spectrale :  $10^{-11}$  s.

---

► **Détecteurs de lumière :**

Les détecteurs de lumière (œil, photodiode, capteur CCD...) sont sensibles à l'intensité lumineuse

$$\boxed{I = k \times \langle s(M, t)^2 \rangle = k \times \frac{1}{T_{\text{int}}} \int_{t_0}^{t_0 + T_{\text{int}}} s(M, t)^2 dt}$$

avec  $T_{\text{int}}$  le temps d'intégration du capteur.

▷ Œil :  $T_{\text{int}} \simeq 0.1$  s, photodiode :  $T_{\text{int}} \simeq 10^{-5}$  s.

Retenir que

$$\boxed{T_{\text{int}} \gg \tau_c \gg \frac{1}{\nu_{\text{visible}}}}$$