

**MODELISATION DE L'ONDE LUMINEUSE**

- L'onde lumineuse est décrite par **une fonction scalaire  $s(t, M)$  appelé signal lumineux** qui se propage le long des rayons utilisés en optique géométrique.
- **Onde lumineuse monochromatique** issue d'une source ponctuelle

$$s(t, M) = A \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{(OM)}{\lambda_0}\right) \quad \lambda_0 \text{ est la longueur d'onde dans le vide de l'onde}$$

de même pulsation.  $(OM)$ , souvent noté  $\delta$  ou  **$(OM)$** , désigne le **chemin optique** entre O et M:  $\delta = n OM$  ou  $\delta = n_1 OA + n_2 AM + \dots$

**Rem:** l'état vibratoire en un point dépend du chemin optique  $(OM)$  qui le sépare de la source.

**Rem:** il sera commode d'utiliser la représentation complexe du signal lumineux

$$\underline{s}(M, t) = A e^{j\omega t} e^{-j \frac{2\pi\delta}{\lambda}} \quad \text{si tous les signaux en jeu sont de même pulsation.}$$

**DETECTEURS QUADRATIQUES** Tous les détecteurs ne détectent qu' une moyenne du signal  $E^2(M, t)$ 

- La grandeur qui caractérise la réception d'énergie lumineuse par un capteur (écran, cellule...) est son éclaircissement:  $I(M, t) = \alpha \cdot \text{moyenne temporelle de } s(M, t)^2$  où  $\alpha$  est fonction des caractéristiques du récepteur.

- Pour les ondes monochromatiques:  $I = \beta |s|^2 = \beta s s^*$

**COMPOSITION DE DEUX ONDES**

- L'éclaircissement par deux sources dans le cas général est donné par

$$I = I_1 + I_2 + 4\sqrt{I_1 I_2} \left\langle \cos\left(\omega_1 t + \varphi_1 - \frac{2\pi}{\lambda_1} \delta_1\right) \cdot \cos\left(\omega_2 t + \varphi_2 - \frac{2\pi}{\lambda_2} \delta_2\right) \right\rangle$$

- Si les sources sont **isochrones** ( $\omega_1 = \omega_2$ ) mais les points émetteurs sont indépendants:  $I = I_1 + I_2$
- Si les sources ne sont pas isochrones ( $\omega_1$  et  $\omega_2$  différents):  $I = I_1 + I_2$

Dans ces deux cas, les ondes sont incohérentes et leurs éclaircissements s'ajoutent.

- Deux ondes sont **cohérentes** si elles proviennent d'une même source ponctuelle monochromatique. Pour calculer l'éclaircissement, on fait la somme des signaux complexes et par  $I = \beta |s|^2 = \beta s s^*$  on obtient :

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \varphi \quad (1) \text{ où } \varphi = (\varphi_1 - \varphi_2) - \frac{2\pi}{\lambda} (\delta_1 - \delta_2)$$

L'**ordre d'interférence** est défini par  $p = \varphi / 2\pi = \delta / \lambda_0$  où  $\delta = \delta_1 - \delta_2$  est la **différence de chemin optique**.

L'éclaircissement dépendra de la valeur de  $\varphi$ , donc de la position de M et de  $\delta$ .

L'éclaircissement ne sera pas uniforme dans l'espace, on aura avec ces sources cohérentes un **phénomène d'interférence**.

**Rem :** en pratique les train d'ondes ayant une longueur finie  $l_c$ , pour obtenir des interférences il faut que les ondes cohérentes aient une différence de marche  $\delta$  inférieure à  $l_c$  (notée ainsi car appelée longueur de cohérence).

**Rem :** lorsqu'on superpose des interférences dues à des sources incohérentes, leurs éclaircissements s'ajoutent. Chaque système d'interférence est brouillé par l'autre.

**INTERFERENCES DELOCALISEES A DEUX ONDES (TYPE YOUNG)**

On produit les deux ondes cohérentes par **division du front d'onde**. L'onde issue d'un point source principal produit deux sources secondaires qui interfèrent.

La figure d'interférence est dans la zone de recouvrement des faisceaux qui interfèrent. On dit que les interférences sont **non localisées**.

Dans les systèmes de Young ou équivalent  $\delta_2 - \delta_1 = d x / D$  si  $D \gg x$  et  $D \gg d$ .

Dans le cas où  $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 0$

Pour les franges sombres  $(\delta_2 - \delta_1) = (2k + 1) \frac{\lambda_0}{2}$

Pour les franges claires ou lumineuses  $(\delta_2 - \delta_1) = k\lambda_0$

L'**interfrange**  $i$  est la distance entre deux franges rectilignes de même nature. C'est la période de l'éclairement  $I$ .

**INTERFERENCES PAR DIVISION D'AMPLITUDE (Lames minces, Michelson)**

Position des miroirs	Eclairage Nature de la source	Localisation des franges	Forme des franges
Quelconque	Source ponctuelle	En un point quelconque des deux faisceaux émergents: <b>franges non localisées</b> . Intersection d'une famille d'hyperboloïdes avec l'écran.	La forme dépend de la position des sources secondaires $S_1$ et $S_2$ par rapport à l'écran. Anneaux si l'écran est sur l'axe des sources secondaires.
Lame d'air à faces parallèles	Faisceau convergent sur les miroirs issu d'une <b>source étendue</b> .	Franges <b>localisées</b> à l'infini, à l'intersection des deux émergents issus du même incident.	<b>Anneaux</b> ramenés dans le plan focal d'une lentille.
Coin d'air	Faisceau parallèle issu d'une <b>source assez étendue</b> .	Franges <b>localisées</b> au voisinage des miroirs, à l'intersection des deux émergents issus du même incident.	<b>Franges rectilignes</b> observées à l'aide d'une lentille formant une image sur un écran.

Exemple de réglage pour les franges d'égale inclinaison

