UNIVERSITE PAUL SABATIER	Phys2-OPT2

NOM : **GROUPE TD :**
PRENOM :
N° ETUDIANT : **NOTE : /20**

EVALUATION CC n° 1

(durée : 1h00)

`L'usage des calculatrices et téléphones est interdit.`

1 Trous d'Young éclairés en incidence normale

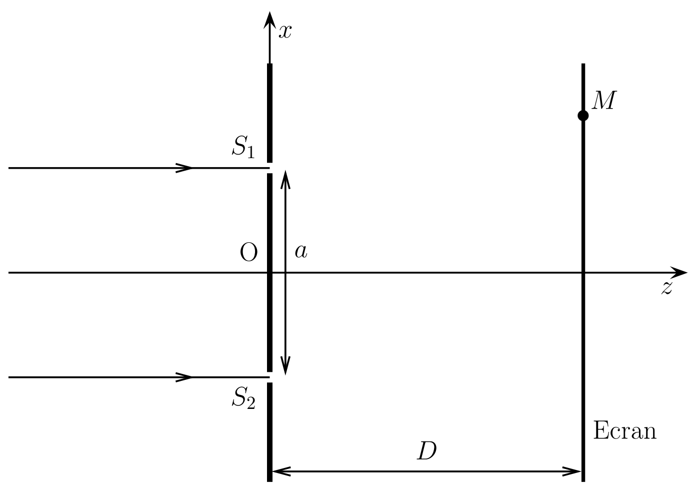

FIGURE 1 – Trous d'Young éclairés en incidence normale

Deux trous d'Young S_1 et S_2 sont éclairés **en incidence normale** par une onde plane progressive monochromatique (OPPM) de longueur d'onde dans le vide λ_0 (Figure 1). On note a l'écartement entre les trous. S_1 a pour coordonnées $(a/2, 0, 0)$ et S_2 $(-a/2, 0, 0)$. On place un écran dans un plan perpendiculaire à l'axe Oz à une distance D de l'origine, telle que $D \gg a$. L'ensemble du dispositif est placé dans l'air d'indice $n = 1$.

Ainsi éclairés, S_1 et S_2 se comportent comme deux sources ponctuelles cohérentes qui émettent des ondes sphériques monochromatiques à la même pulsation ω que l'onde incidente. On considère que ces deux ondes ont la même amplitude et on note :

$$r = \|\overrightarrow{OM}\|, \quad r_1 = \|\overrightarrow{S_1M}\|, \quad r_2 = \|\overrightarrow{S_2M}\|$$

Les amplitudes des deux ondes peuvent donc s'écrire A/r_1 et A/r_2 respectivement.

1. Justifier que les phases à l'origine des deux ondes sphériques sont égales.
2. Exprimer les fonctions d'onde $\underline{\psi}_1(\vec{r},t)$ et $\underline{\psi}_2(\vec{r},t)$ en un point M quelconque de l'écran en fonction de r_1 et r_2.
3. En déduire la fonction d'onde $\underline{\psi}(\vec{r},t)$ en M résultant de la superposition de ces deux ondes.
4. Comme $D \gg a$, on a aussi $r \gg a$, et on peut donc considérer que les amplitudes A/r_1 et A/r_2 sont identiques et égales à A/r.

   Montrer que l'intensité observée en un point M de l'écran est :

   $$I(M) = 2I_0\left(1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_0}\delta(M)\right)\right)$$

   où $I_0 = |\frac{A}{D}|^2$ et $\delta(M) = n(r_2 - r_1)$ est la différence de marche entre les deux ondes interférant au point M.
5. Le point M ayant pour coordonnées cartésiennes (x, y, D), on a :

   $$\begin{aligned} r_1 &= \sqrt{x^2 + \left(y - \frac{a}{2}\right)^2 + D^2} \\ r_2 &= \sqrt{x^2 + \left(y + \frac{a}{2}\right)^2 + D^2} \end{aligned}$$

   Montrer que si M est proche du centre de l'écran, de sorte que $x, y \ll D$, la différence de marche est donnée par :

   $$\delta(M) \simeq \frac{ax}{D}$$

   On rappelle que pour α quelconque, $(1+\epsilon)^\alpha \simeq 1 + \alpha\epsilon$ lorsque $|\epsilon| \ll 1$.
6. En déduire la forme des franges d'interférence observées au voisinage du centre de l'écran et déterminer leur interfrange i.

2 Variation de l'angle d'incidence

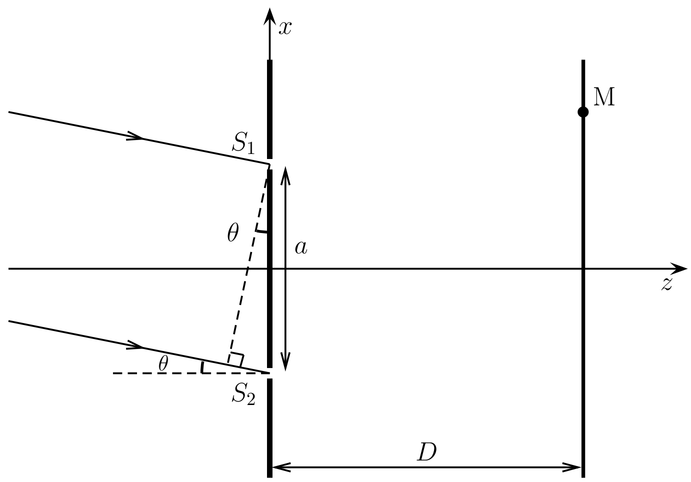

FIGURE 2 – Trous d'Young éclairés sous l'incidence θ

L'onde plane incidente éclaire maintenant les trous d'Young sous une incidence $\theta \ll 1$ (Figure 2).

1. Exprimer le vecteur d'onde de l'onde incidente en fonction de λ_0 et de θ.
2. En déduire l'expression de la fonction d'onde incidente dans le plan des trous Oxy.
3. Exprimer la différence de phase de l'onde incidente entre les points S_1 et S_2, en fonction de a et de θ.
4. En déduire que l'intensité observée en un point M de l'écran peut alors s'écrire :

$$I(M) = 2I_0 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi a}{\lambda_0 D}(x - x_0)\right)\right)$$

   où $I_0 = |\frac{A}{D}|^2$ et $x_0 \simeq -D\theta$.
5. Représenter sur le même graphe, les intensités $I(M)$ en incidence normale et en incidence égale à θ en fonction de x.
6. Dans quel sens sont translatées les franges si $\theta > 0$?