Compte rendu TP12bis - Interférences

Julien Haouy; Sylvain Rihn; Thomas Ravet; Ferjeux Xolin

11 décembre 2024

1 Théorie

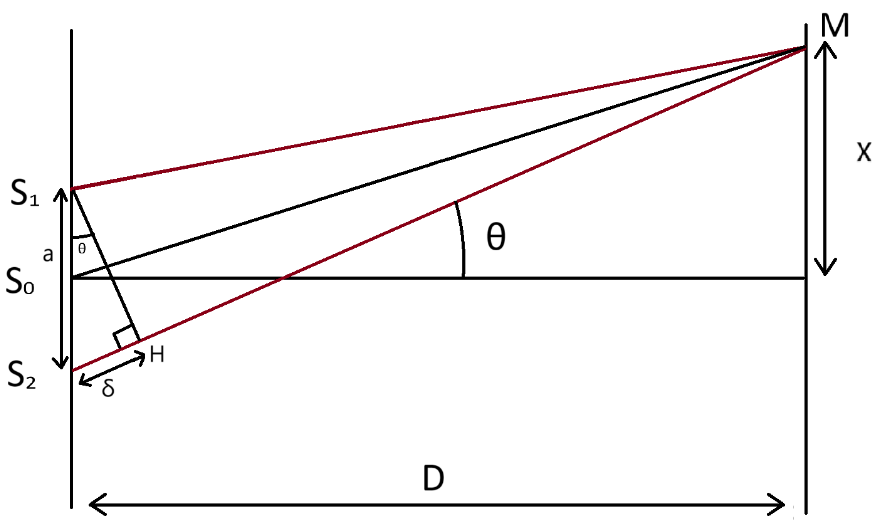


Figure 1: Dispositif des fentes de Young schématisé

1.1 Expression de la différence de marche en fonction de a, x et D

Dans les triangles S_1S_2H et S_1S_2O visibles sur la figure 1 on a :

$$sin(\theta) = \frac{x}{D} \Rightarrow \theta = \frac{x}{D}$$

et :

$$tan(\theta) = \frac{\delta}{a} \Rightarrow \theta = \frac{\delta}{a}$$

En considérant l'angle θ assez petit pour pouvoir approximer $\sin(\theta)$ et $\tan(\theta)$ à θ. On a finalement :

$$\delta = \frac{ax}{D}$$

1.2 Expression de l'interfrange i en fonction de a, x et λ

Soit p l'ordre d'interférence avec :

$$p = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{ax}{D\lambda}$$

Pour les postions x et x + i on a :

$$p = \frac{ax}{D\lambda}$$

$$p + 1 = \frac{a(x+i)}{D\lambda}$$

En soustrayant les deux relations on obtient :

$$\frac{ax}{D\lambda} - \frac{a(x+i)}{D\lambda} = 1 \iff \frac{ai}{D\lambda} = 1 \iff i = \frac{D\lambda}{a}$$

1.3 Expression de a en fonction de i, λ et D

A l'aide du résultat précédemment établi, on obtient :

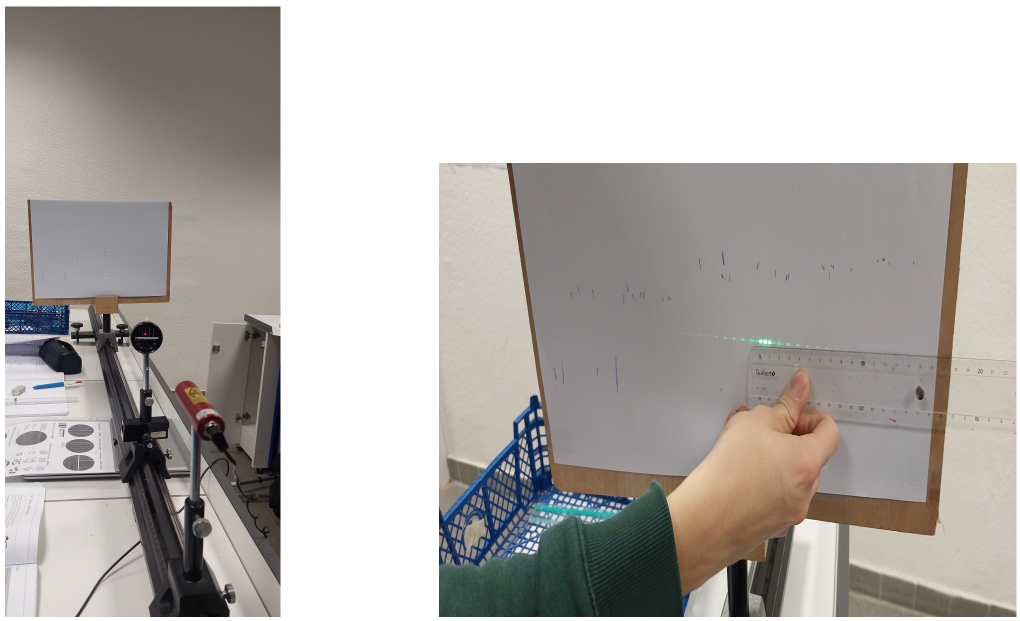
$$a = \frac{D\lambda}{i}$$

2 Expériences

2.1 Etude qualitative

A l'aide d'un écran, de fentes et d'un laser vert ($\lambda = 532nm$, dispositif visible sur la figure 2a), on observe les interférences produite par le passages du laser dans les fentes de Young (figure 2b).

La distance de l'écran par rapport aux fentes semble influer sur la largeur des interfranges (plus l'écran est loin, plus les interfranges sont larges).



(a) Dispositif utilisé

(b) Interférences observées

Figure 2

2.2 Influence de D sur i

En faisant varier la distance D et en mesurant les interfanges i pour des lasers rouges et verts, nous avons pu tracer ce graphique :

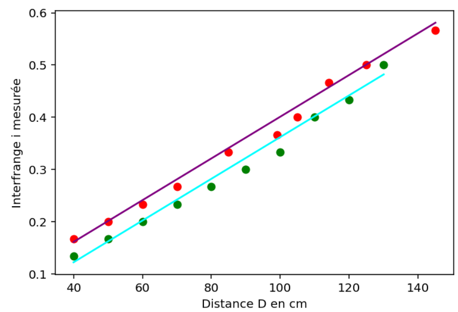


Figure 3: Graphique tracé à partir des valeurs expérimentales

En prenant les valeurs trouvées avec le laser vert et en en calculant la distance (à l'aide de la relation établie précédemment) a avec chacune des valeurs de D et i, on trouve une moyenne de a, notée $\overline{a}$:

$$\overline{a} \approx 0.1589mm$$

On utilise ensuite la relation suivante :

$$\frac{u(X)}{X} = \sqrt{\left(\frac{u(Y)}{Y}\right)^2 + \left(\frac{u(Z)}{Z}\right)^2}$$

afin de de déterminer l'incertitude de la valeur u(X) calculée à partir des mesures de X et Z. Dans notre cas, la valeur est la distance a calculée à partir de D et i. On considère alors l'imprécision des mesures égale à 1mm (alors $u(D) = u(i) = 10^{-3}m$ et on prend $X = \overline{a}$

On trouve alors :

$$u(a) = \overline{a} \cdot \sqrt{\left(\frac{u(D)}{1.60}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{0.55 \cdot 10^{-2}}\right)^2}$$

On prend ici les valeurs maximales de D et i pour se placer dans le cas le plus défavorable. Après application numérique, on a l'incertitude vis-à-vis de a qui vaut:

$$u(a) \approx 9.93 \cdot 10^{-8}m$$

On cherche ensuite de determiner le niveau de confiance à 95% noté U(a). On a :

$$U(X) = 2u(X)$$

Il vient :

$$U(a) \approx 1.987 \cdot 10^{-7} m$$

On peut alors présenté la valeur de a sous la forme suivante :

$$a = \overline{a} \pm U(a)$$

Soit:

$$a = 0.1589 \cdot 10^{-3} m \pm 1.987 \cdot 10^{-7} m$$

2.3 Influence de a sur i

Nous avions accès à deux paire de fentes de Young espacées de 150 et de 300 μm. Pour mesurer l'influence de a sur i nous avons alors effectuer deux mesures, une avec chaque paire de fente en gardant une distance D fixe.

Pour D = 138cm nous avons $i \approx 0.26 cm$ pour $a = 150 \mu m$ et $i \approx 0.425 cm$ pour $a = 300 \mu m$. A partir de ces deux points, nous avons ensuite tracé le graphe de i en fonction de a (figure 4), puis de graphe de i en fonction de l'inverse de a (figure 5).

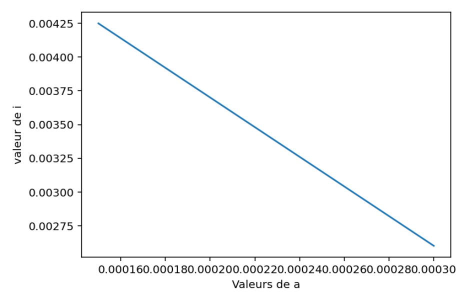


Figure 4: Graphe de i en fonction de a

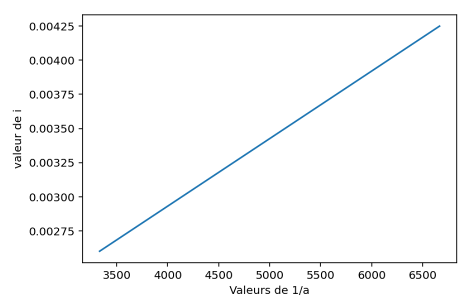


Figure 5: Graphe de i en fonction de l'inverse de a

En effectuant une regression linéaire sur le deuxième graphique à l'aide d'un programme python, nous obtenons un coefficient directeur de la droite d'environ $4.9 \cdot 10^{-7}$.
Pour rappel, nous avions :

$$i = \frac{D\lambda}{a}$$

Donc de coefficient de la droite devrait être :

$$a = \lambda D = 532 \cdot 10^{-9} \cdot 132 \cdot 10^{-2} \approx 7.022 \cdot 10^{-7}$$

On trouve ici un coefficient directeur du même ordre de grandeur mais tout de même legèrement différents. Cette différence pourrait être due à l'imprécision de nos mesures.