TP Interférences Sonores et lumineuses

TP INFO	PREREQUIS
Chapitre 18 Interférences	- Activité numérique sur la somme de signaux sinusoïdaux.
MOTS CLES:	**OBJECTIFS**
Synchrone -onde – interférence – sinuoïïdal	- Tester les conditions d'interférences constructives ou destructives dans le cas de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase. - Exploiter l'expression donnée de l'interfrange dans le cas des interférences de deux ondes lumineuses, en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.

Introduction

Certains phénomènes physiques comme la diffraction ou les interférences ne peuvent s'interpréter qu'avec une théorie ondulatoire. En effet par exemple en optique la notion de rayon lumineux ne permet pas de donner une explication.

Le but du TP est d'étudier le phénomène d'interférences sur deux types d'onde : les ondes ultrasonores mécaniques et une onde électromagnétique la lumière visible.

I. Rappels

Document 1 : Onde sinusoïdale progressive

Dans les deux parties on modélise l'onde par une onde sinusoïdale de la forme :

$$s(t) = A\cos(2\pi f t + \varphi)$$

Avec A amplitude de l'onde ; f la fréquence et φ la phase initiale et $\phi = 2\pi f t + \varphi$ phase à l'instant t.
Dans le cas d'une onde progressive sans atténuation, il y a donc propagation de l'onde, le signal arrive à un point M situé à une distance d de la source avec un retard τ. On peut donc écrire :

$$s(M,t) = s(0, t-\tau)$$

C'est-à-dire qu'en M le signal est le même que celui émis par la source en 0 à l'instant $t-\tau$.
On a donc :

$$s(M,t) = A\cos(2\pi f(t-\tau)+\varphi) = A\cos\left(2\pi f\left(t-\frac{d}{c}\right)+\varphi\right)$$

Puisque le retard $\tau = \frac{d}{c}$ avec c célérité de l'onde ultrasonore

Document 2 : Interférences

Deux ondes synchrones (même fréquence) et cohérente (déphasage $\Delta\phi$ constante dans le temps) peuvent interférer.
Le signal reçu en M (dans l'espace) est alors la somme des deux signaux sinusoïdaux :

$$s_T(t) = s_1(t) + s_2(t)$$

La somme de deux signaux sinusoïdaux étant aussi un signal sinusoïdal on a :

$$s_T(t) = A_T\cos(2\pi f t + \varphi_T)$$

On a vu lors de l'activité numérique que deux signaux donnent des interférences :
- constructives si leur différence de phase $\Delta\phi = k \times 2\pi$
- destructives si $\Delta\phi = \left(k+\frac{1}{2}\right)\times\pi$

Document 3 : Interférences dues à la propagation

Lorsque les signaux s_1 et s_2 ont une distance de propagation différente pour arriver au point M, on a :

$$\Delta\phi_{2/1} = \left(2\pi f\left(t-\frac{d_2}{c}\right)+\varphi_2\right) - \left(2\pi f\left(t-\frac{d_1}{c}\right)+\varphi_1\right) = \frac{2\pi f}{c}(d_1-d_2) + (\varphi_2-\varphi_1)$$

Si les deux signaux sont issus de la même source, ce qui sera le cas ici on a $\varphi_2 = \varphi_1$ donc $(\varphi_2-\varphi_1) = 0$.
Au final :

$$\Delta\phi_{2/1} = \frac{2\pi f}{c}(d_1 - d_2) = \frac{2\pi f \delta}{c}$$

Avec δ différence de marche. De plus par définition $\lambda = \frac{c}{f}$

Pour les interférences constructives on a donc $\delta = k\lambda$

Pour les interférences destructives on a $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$

II. Interférences avec les ultrasons

Protocole :
- Positionner deux émetteurs ultrason côte à côte reliés au même générateur.
- Placer un récepteur à 50 cm environ en face des deux émetteurs et connectez celui-ci à un oscilloscope
- Déplacer un des deux émetteurs vers le récepteur et observer le signal sur l'oscilloscope.

1. Déterminer par la méthode de votre choix que vous expliquerez, la fréquence f du signal reçu.
2. Quel phénomène physique est mis en évidence avec cette expérience.
3. Elaborer et mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer la longueur d'onde λ des ultrasons puis de calculer la célérité c des ultrasons.
4. Sachant que : $\frac{u(c)}{c} \sim \frac{u(\lambda)}{\lambda}$ donner une valeur de l'incertitude type c.
5. Comparer la valeur obtenue avec la valeur théorique $c_{son} = 20{,}05\sqrt{T}$ avec T température en K.

III. Interférences lumineuses

On utilise le montage ci-dessous avec des fentes d'Young. La distance entre les fentes est notée b.

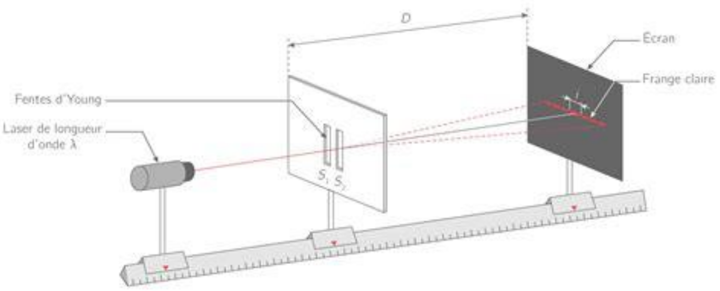

Figure 2 : Dispositif expérimental

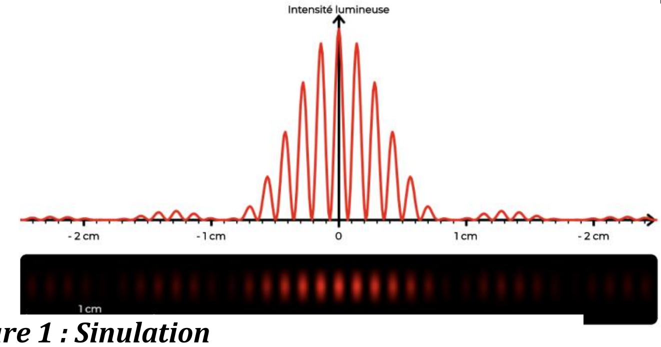

Figure 1 : Sinulation
_https://physique.ostralo.net/diffraction_interference/_

La figure d'interférence est située à l'intérieur d'une figure de diffraction.

On note i l'interfrange qui correspond à la distance sur l'écran entre deux franges brillantes successives ou deux franges sombres successives.

On peut montrer que pour une distance D de l'ordre de 1m on a :

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

Matériel à disposition : fentes d'Young calibrées de distance b différentes

1. A quel type d'interférence correspond les franges brillantes ? sombres ?
2. Elaborer et mettre en œuvre un protocole pour montrer que i et $\frac{1}{b}$ sont proportionnels.
3. En déduire grâce à la mesure de D la valeur de la longueur d'onde du LASER utilisée.
4. On admet que :

$$\frac{u(\lambda)}{\lambda} \sim 10\%$$

Le LASER utilisé est annoncé à une longueur d'onde de 650 nm. La valeur obtenue est-elle compatible avec celle annoncée ?