Thème 4 : Ondes et signaux

Partie 1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

CHAP 19 ACT EXP/NUM-Interférences

1. LUMIÈRE + LUMIÈRE = ?

Objectifs :

- Représenter à l'aide d'un langage de programmation, la somme de deux signaux sinusoïdaux périodiques synchrones en faisant varier la phase à l'origine de l'un deux.
- Appréhender l'effet du déphasage et des amplitudes sur la somme de deux signaux sinusoïdaux.
- (Appréhender l'effet du déphasage et des amplitudes sur l'intensité lumineuse résultant de l'interférence de deux signaux sinusoïdaux.)

1.1 Programmation :

➢ **Programmer trois fonctions**

- $y_1(t) = Y_{1max}.\cos\left(2\pi\frac{t}{T}\right)$;
- $y_2(t) = Y_{2max}.\cos\left(2\pi\frac{t}{T}+\varphi\right)$;
- $y(t) = Y_{1max}.\cos\left(2\pi\frac{t}{T}\right) + Y_{2max}.\cos\left(2\pi\frac{t}{T}+\varphi\right)$

Y_{1max}, Y_{2max} et T sont des constantes dont vous choisirez la valeur.
φ est le déphasage, il est pris nul au début puis il variera jusqu'à 2π.

y(t) est la somme de deux fonctions sinusoïdales synchrones, de même période T mais déphasées d'un angle φ car n'ayant pas parcouru le même chemin.

Aide à la programmation avec GeoGebra

1. Ouvrir un fichier. Y créer un curseur qui permet de faire varier le déphasage φ entre 0 et 2π (options/avancé/ sélectionner les angles en Radian).
   Y entrer les paramètres T = 1 (période en s), Y_{1max} =2 (amplitude de la première fonction), Y_{2max} =2 (amplitude de la seconde fonction).

2. Créer une fonction y_1= Y1max*cos(2*π*x/T).
   Faire de même pour la seconde fonction y_2= Y2max*cos(2*π*x/T+φ)
   et pour la fonction somme y_s=y_1+y_2.

3. **FACULTATIF.** Créer le point A = Max[y_s,0,T] comme étant le maximum de la fonction y_s calculé sur une période (càd entre 0 et T).
   Définir le nombre *intensité* = y(A)/sqrt(2) (<u>c'est l'intensité lumineuse</u>) définie comme le rapport de l'ordonnée de A sur la racine carrée de 2

<u>ATTENTION :</u> une difficulté est présente avec Geogebra car l'abscisse doit être notée x et pas t.

➢ **Afficher les graphes représentant les fonctions y1(t), y2(t) et y(t).**

1.2 Expérimentation numérique et validation de la programmation

➢ Faire varier le déphasage φ, lui donner en particulier les valeurs 0, π et 2π. Observer les variations de l'amplitude de la fonction y(t) afin de vérifier l'adéquation des résultats fournis par le programme avec ceux attendus pour ces trois cas particuliers.

➢ Modifier l'amplitude Y1max de la fonction y1(t). Faire varier à nouveau le déphasage φ et observer les variations de l'amplitude de la fonction y(t).

1.3 Conclusion

➢ Conclure en utilisant les termes suivants : en phase, en opposition de phase, amplitude, maximum, minimum.

2. LES FENTES D'YOUNG

Objectifs :

- Étudier expérimentalement le phénomène d'interférences des ondes lumineuses.
- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence des ondes

SÉCURITÉ

Attention de ne jamais regarder directement le faisceau d'un laser, très intense. S'il pénètre dans l'oeil, il peut gravement endommager la rétine et conduire à la cécité.

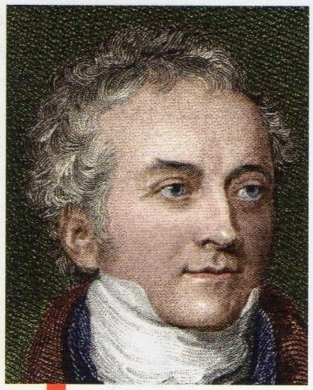


Fig. 1 Thomas Young (1773-1829).

2.1. Pour commencer (situation déclenchante)

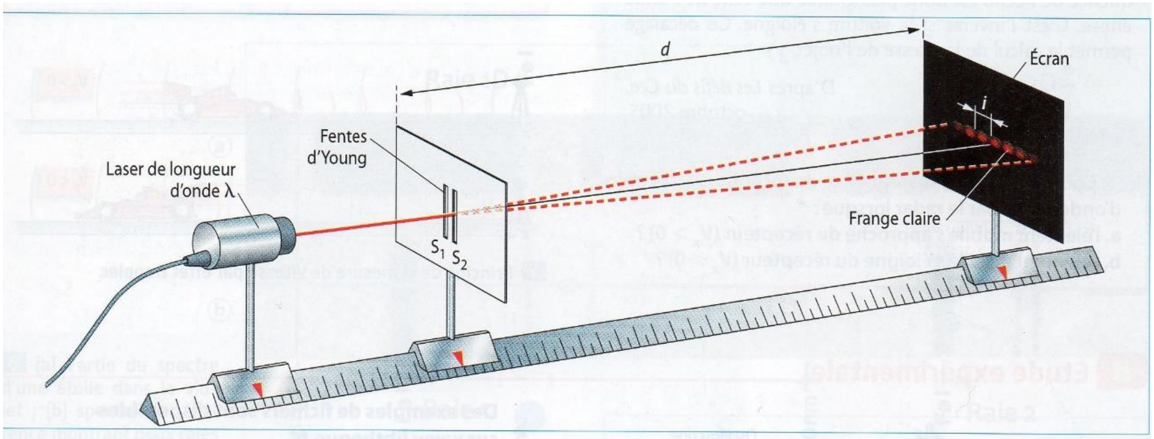
En 1801, au cœur de la controverse sur la nature de la lumière, le scientifique britannique Thomas Young (Fig. 1) réalise une expérience historique en faveur de la nature ondulatoire de celle-ci.
Cette expérience consiste à faire se superposer deux faisceaux de lumière issus d'une même source, en les faisant passer à travers deux ouvertures et en observant le résultat sur un écran.

Matériel à disposition :

Laser ; écran, diapo avec fentes doubles (Phytex D1 : distance entre les fentes 150 µm) de différents écartement, support à diapo

3.1. Protocole expérimental

En respectant les conditions de sécurité, éclairer deux fentes proches **type D_1** (dites fentes d'Young) par un laser de longueur d'onde dans le vide **λ = 650 nm**, l'écran étant placé à une distance d des bifentes (doc. 2). Pour différentes valeurs de d (doc. 3a), mesurer grâce à un double décimètre en plastique (et non en acier) la longueur l_N correspondant à N franges lumineuses. Calculer l'interfrange **i** = $\frac{l_N}{N}$. Recopier et compléter le tableau ci-dessous



2 Interférences avec le dispositif des fentes d'Young.

d (m)	**0**	**0,50**	**0,60**	**0,70**	**0,80**	**0,90**	**1,0**
i (m)	0						

3.2. Questions

On suppose que i est de la forme $$i = \frac{\lambda}{S_1S_2}.d^{\Omega}$$

Où Ω est une constante

a) Représenter soit sur papier millimétrée, soit à l'aide d'un tableur : **i = f(d)**

Aide à la réalisation de la courbe

- En math les équations de courbe se mettent sous la forme y = f(x), avec y ordonnée et x en abscisse.

Comparer y = f(x) et i = f(d) pour trouver ce qu'il faut mettre en abscisse et en ordonnée

- Trouver l'échelle qui donne la courbe la plus grande possible, sans pour autant dépasser la feuille

(rem : Il n'est pas obligatoire de prendre la même échelle en abscisse et en ordonnée)

- Mettre les points AU CRAYON

- Montrer la courbe au prof

- Tracer la droite au CRAYON et à la règle

- Mettre un titre au graphique

- Indiquer clairement sur la feuille de papier millimétrée et dans un rectangle les échelles utilisées. **Montrer la courbe au prof avant de la tracer**

b) Etablir une démarche scientifique pour :

b)1. Trouver la valeur de Ω

b)2. Retrouver la valeur de S_1S_2. Comparer cette valeur à celle fournie par le constructeur en calculant l'écart relatif Δ, puis conclure.

Aide à la démarche

- Une droite qui passe par l'origine est de la forme : y = a.x

- Calcul du coefficient directeur noté a d'une droite

Si on a deux points $A\begin{pmatrix} x_A \\ y_A \end{pmatrix}$ et $B\begin{pmatrix} x_B \\ y_B \end{pmatrix}$ ***sur une droite, le coefficient directeur (la pente) est donnée par la relation :*** $a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$

- formule de l'écart relatif Δ (en %) :

$$\Delta = \left|\frac{\text{valeur théorique} - \text{valeur réelle}}{\text{valeur théorique}}\right| * 100$$