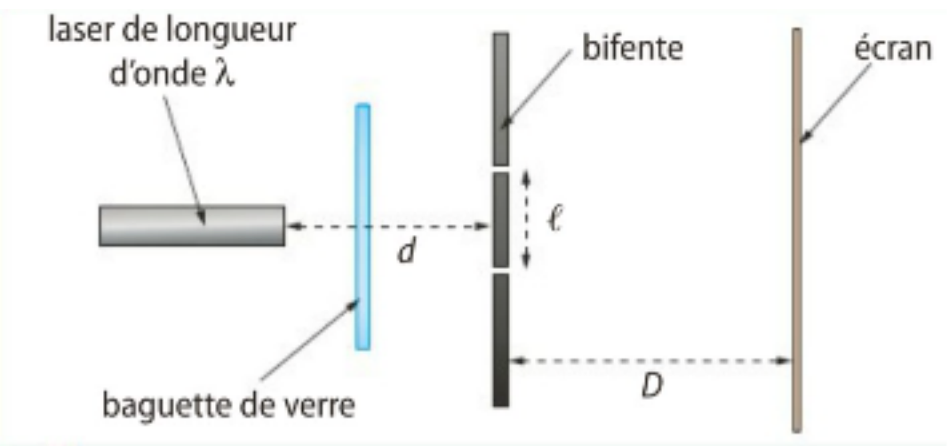
Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Ondes et signaux	M.KUNST-MEDICA	
Chapitre 4 : Diffraction et interférences			
Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie			
Correction Activité expérimentale n°4.3 : Interférences lumineuses			

I. Mise en évidence du phénomène

1. Sur la paillasse professeur l'expérience de Thomas YOUNG est réalisée. **Schématiser** et **légender** le montage expérimental.



Montage des bifentes d'Young

2. Sur la paillasse professeur l'expérience de Thomas YOUNG est réalisée. **Schématiser** et **légender** la figure obtenue sur l'écran en utilisant le vocabulaire suivant : frange, interfrange i.

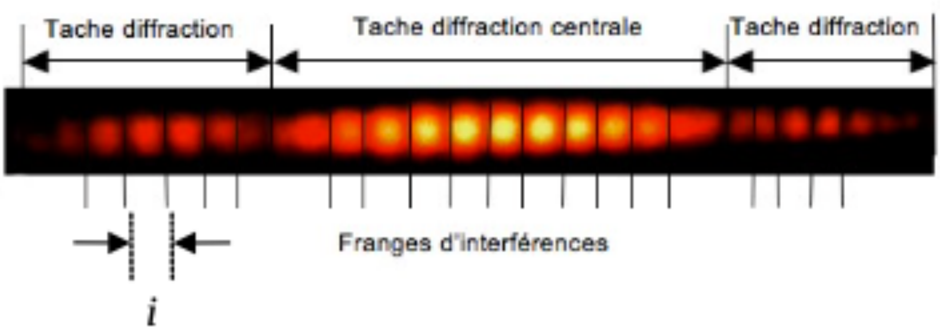


Figure d'interférences

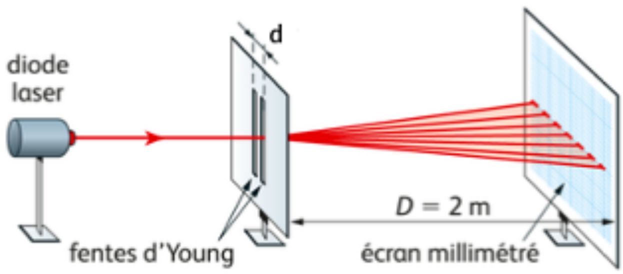
3. **Noter** les points communs et les différences de cette figure avec une figure de diffraction.

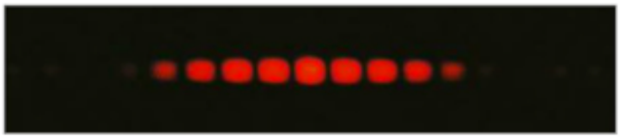
Figure de diffraction : tache centrale large entourée de taches latérales moins intenses et moins larges.
Figure d'interférences : Petites taches de même largeur à l'intérieur de la tache centrale.

4. **Noter** le(s) paramètre(s) qui peut(vent) influer sur la figure obtenue.

L'espacement entre les fentes d (sur la figure ci-dessus), l'épaisseur des fentes a, la distance fente - écran D, la longueur d'onde λ de la lumière laser, la distance D' laser-écran, sont des paramètres expérimentaux susceptibles d'influer sur la figure d'interférences obtenue.

II. Étude du phénomène





D = distance entre les fentes et l'écran
d = distance entre les deux fentes
L = largeur de la tache centrale
i = distance entre deux franges consécutives (interfrange)

5- On appelle **interfrange i** la distance séparant les milieux de 2 franges brillantes consécutives sur l'écran. L'interfrange augmente-il ou diminue-t-il lorsque l'écartement des deux fentes traversées par le faisceau laser diminue ? **Justifier** l'affirmation à partir de deux mesures d'interfrange.

Pour un écartement des 2 fentes b_1= 0,2mm, on mesure 10 interfranges pour améliorer la précision puis on divise par 10 le résultat de la mesure (47mm), soit i_1=4,7mm
Pour un écartement des 2 fentes b_2= 0,5mm, on mesure 19mm pour 10 interfranges, soit i_2=1,9mm
On constate que plus les 2 fentes sont écartées, plus l'interfrange est petit.

6-
7-

La valeur de l'interfrange i dépend-t-elle de la distance entre le laser et l'écran ou de la distance entre les fentes et l'écran ?
Propose un protocole pour répondre à cette question.
On choisit la double fente d'écartement b= 0,2mm pour toutes les mesures.
On place la double fente à une distance fixe D de l'écran et on fait varier la distance D' entre le laser et l'écran. On mesure l'interfrange i pour chaque expérience. Si i varie, alors i dépend de D'.
On place le laser à une distance fixe D' de l'écran et on fait varier la distance D entre la double fente et l'écran. On mesure l'interfrange i pour chaque expérience. Si i varie, alors i dépend de D.

Mets en œuvre ce protocole et donne les résultats de tes mesures.
L'interfrange diminue lorsque la distance D entre la double fente et l'écran diminue, mais il ne varie pas lorsque la distance D' entre le laser et l'écran varie

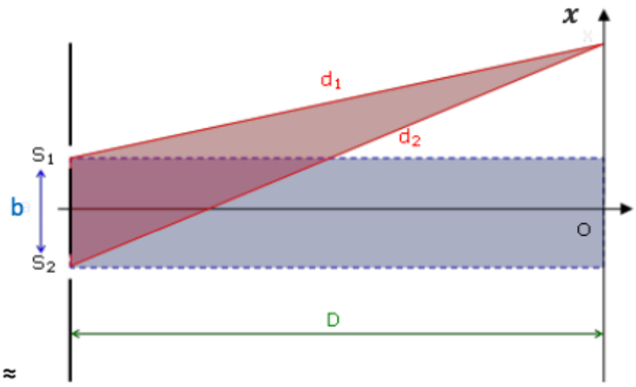
D en m	1,50	1,50	1,00
D' en m	2,00	1,60	1,60
i en mm	4,7	4,7	3,2

8- **<u>Indiquer</u>** d'après les résultats précédents, quelle relation relie i, λ, et D parmi les propositions :

$$i = \frac{\lambda \times D}{d}$$

D'après la question 5, i augmente lorsque d diminue.
D'après la question 6, i augmente lorsque D augmente.

<u>Pour info et pour ceux qui veulent tout savoir sur le pourquoi des choses…</u> :
démonstration de la relation $i = \frac{\lambda D}{b}$



On peut écrire:
$d_2{}^2 = D^2 + (x + \frac{b}{2})^2$ et $d_1 = D^2 + (x - \frac{b}{2})^2$ (Pythagore) donc
on a $d_2{}^2 - d_1{}^2 = D^2 + (x + \frac{b}{2})^2 - \left(D^2 + (x - \frac{b}{2})^2\right)$
soit $d_2{}^2 - d_1{}^2 = D^2 + (x + \frac{b}{2})^2 - D^2 - (x - \frac{b}{2})^2$
donc $d_2{}^2 - d_1{}^2 = (x + \frac{b}{2})^2 - (x - \frac{b}{2})^2$
et $d_2{}^2 - d_1{}^2 = (x + \frac{b}{2} - x + \frac{b}{2})\,(x + \frac{b}{2} + x - \frac{b}{2})$
soit $d_2{}^2 - d_1{}^2 = 2\,x\,b$

Or $d_2{}^2 - d_1{}^2 = (d_2 - d_1)(d_2 + d_1)$ donc $d_2{}^2 - d_1{}^2 = 2\delta D$ car $d_2 + d_1 \approx 2D$ et $\delta = d_2 - d_1$ (définition de la différence de marche)
On en déduit $2\delta D = 2\,x\,b$ et $\delta = \frac{xb}{D}$
Le point M est sur une frange brillante si $\delta = k\lambda$ donc si $\frac{x_M \times b}{D} = k\lambda$ soit $x_M = \frac{k\lambda D}{b}$
Le point M + 1 suivant M est sur une frange brillante en k + 1 soit $x_{M+1} = \frac{(k+1)\lambda D}{b}$
La distance séparant deux franges brillantes consécutives est donc $i = x_{M+1} - x_M$ soit $i = \frac{(k+1)\lambda D}{b} - \frac{k\lambda D}{b}$
donc $i = \frac{k\lambda D + \lambda D - k\lambda D}{b}$ *donc pour finir, on a* $i = \frac{\lambda D}{b}$

9- En relevant la valeur de d, **<u>vérifier</u>** la valeur de la longueur d'onde expérimentale λ_{exp} du laser utilisé.

d = 0,2 mm ; $\lambda_{exp} = 4{,}7.10^{-3} \times 2{,}0.10^{-4} / 1{,}50 = 6{,}3.10^{-7}$ m = 630 nm

10-Déterminer l'incertitude-type u(λ_{exp}) sur λ_{exp}.

D'après le document 4 : Les incertitudes-types et élargies sont données avec un chiffre significatif. On divise l'incertitude sur l'interfrange par le nombre d'interfranges mesurées, ici 4.

u(D) = $\sqrt{\frac{2}{3}}$ x p, avec p = 1mm. Soit u(D) = 0,9 mm

u(d) = 0,1×d = 0,1 × 0,2 mm = 0,02 mm

u(i) = $\sqrt{\frac{2}{3}}$ x p, avec p = 1mm. Soit u(i) = 0,9 mm / 4 = 0,3 mm

u(λ_{exp}) = 630.10^{-6} x $\sqrt{(\frac{0{,}3}{4{,}7})^2 + (\frac{0{,}02}{0{,}2})^2 + (\frac{0{,}9}{1500})^2}$ = 9.10^{-6} mm , soit U(λ_{exp}) = 2.10^{-5} mm = 2.10^{-5} mm = 20 nm

11- En déduire un encadrement sur la valeur λ_{exp}., et vérifier que la valeur théorique sur $\lambda_{théo}$ est bien comprise dans cet encadrement. (Voir IX de la fiche « erreurs et incertitudes au LGT).

610 nm < λ_{exp} < 650 nm

12- **<u>Vérifier</u>** que la valeur expérimentale λ_{exp} est compatible avec la valeur théorique sur $\lambda_{théo}$.

$$\frac{|m_{mes} - m_{ref}|}{u(m)}$$

- Si l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de référence est du même ordre que l'incertitude-type, alors la mesure est compatible avec la valeur de référence.
- Si la valeur du rapport est supérieure à 2, alors la mesure n'est pas compatible avec la valeur de référence : il faut alors analyser les sources d'erreurs (méthode des 5M) pour être capable de modifier le protocole expérimental ou l'instrument de mesure en conséquence.

650 – 610 / 20 = 2 , la mesure est compatible avec la valeur de référence, d'autant que celle-ci est donnée avec 10% d'incertitudes par le constructeur.