Interférences par les bifentes d'Young

I. Description du phénomène d'interférences.

Vous connaissez déjà le phénomène de diffraction d'une onde : par exemple, lorsque la lumière rencontre une fente assez fine, elle s'étale en formant une sorte de pointillés (dont le trait central est deux fois plus large que les autres traits).

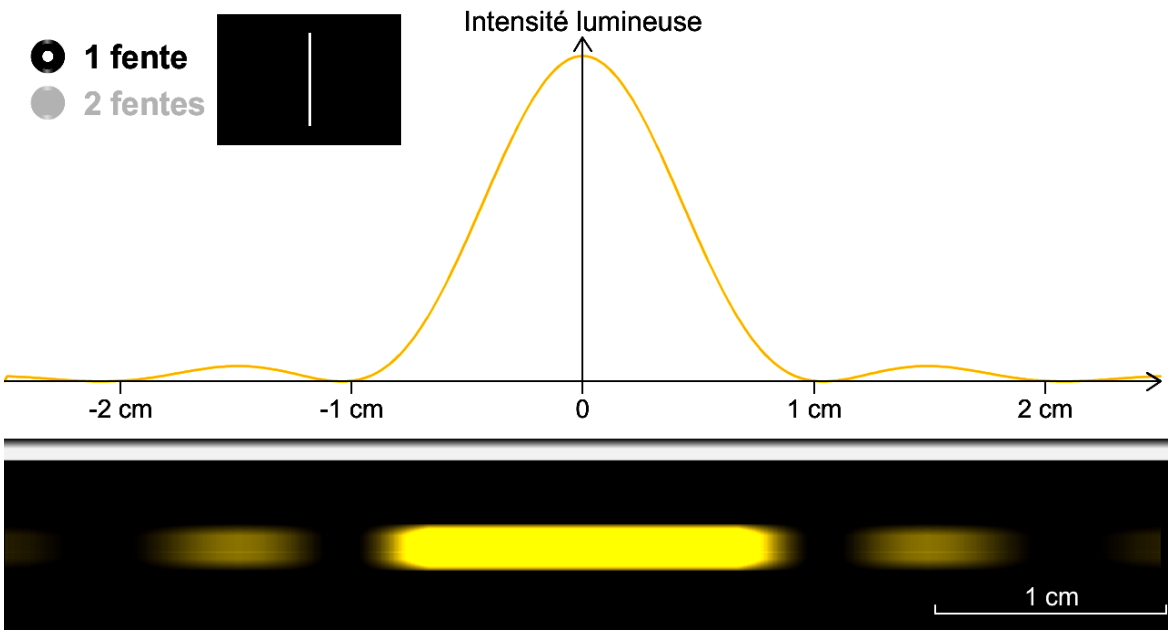


Figure de diffraction (et intensité lumineuse) obtenue avec
une fente de largeur 170 µm, à 3 m de l'écran (ou du capteur d'intensité lumineuse)
et un laser de longueur d'onde 590 nm

Mais lorsque la lumière rencontre deux fentes parallèles assez proches (appelées bifentes d'Young), un nouveau phénomène apparait (appelé interférences) : la sorte de pointillés précédemment observée est elle-même constituée d'une sorte de pointillés plus fins (mais aucun trait n'est deux fois plus large que les autres). L'interfrange *i* (la largeur d'une tache lumineuse) de cette figure d'interférences dépend entre autres de la distance *d* entre les deux fentes.

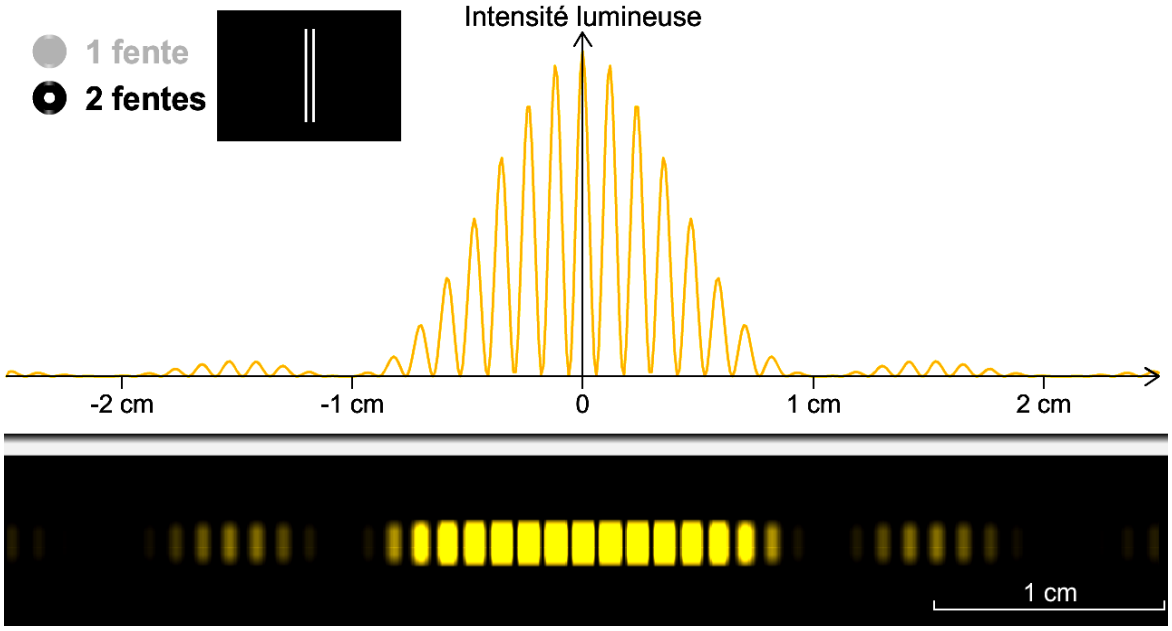


Figure de d'interférences (et intensité lumineuse) obtenue avec
deux fentes de largeur 170 µm, espacées de 1,5 mm, à 3 m de l'écran (ou du capteur d'intensité lumineuse)
et un laser de longueur d'onde 590 nm

L'interfrange i de la figure d'interférences dépend de la distance d entre les deux fentes, de la distance D entre les fentes et l'écran et de la longueur d'onde λ mais pas de la largeur a des fentes :

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

II. Détermination expérimentale de la relation entre *i* et *d*.

On souhaite vérifier expérimentalement la relation entre l'interfrange i de la figure d'interférences et la distance d entre les deux fentes.
Pour cela, les figures d'interférences de bifentes ont été prises en photo. Ces 5 photos se trouvent sur le réseau et leur nom indique la distance séparant les deux fentes.

nom de la photo	distance *d* entre les fentes	largeur *a* des fentes	type de lumière	distance *D* entre les fentes et l'écran
2 fentes distantes de 100 µm	100 µm	70 µm	laser rouge	150,0 cm
2 fentes distantes de 200 µm	200 µm	70 µm	laser rouge	150,0 cm
2 fentes distantes de 300 µm	300 µm	70 µm	laser rouge	150,0 cm
2 fentes distantes de 400 µm	400 µm	70 µm	laser rouge	150,0 cm
2 fentes distantes de 500 µm	500 µm	70 µm	laser rouge	150,0 cm

1. Copier les 5 photos et les coller dans le dossier *Documents*.

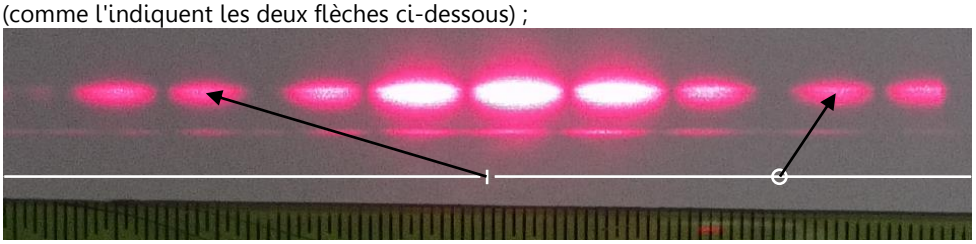
2. En utilisant Regressi, pour chacune des 5 photos, déterminer l'interfrange i avec précision :

a) Ouvrir Regressi et choisir *Fichier / Nouveau / Image / Intensité lumineuse* ;

b) Puis cliquer sur *Charger* et aller chercher une des photos à étudier (qui est dans le dossier *Documents*) ;

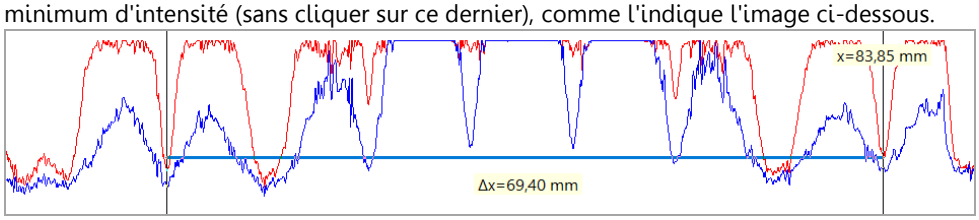
c) Définir l'échelle en déplaçant le point O (avec un cliquer-déposer) et le point A (avec un cliquer-déposer) sur la règle graduée puis en indiquant dans *Longueur de l'échelle* la longueur de cette échelle en mm puis en précisant dans *Unité* qu'il s'agit de mm (attention : les graduations de la règle ne commencent pas à zéro) ;

d) Pour choisir où effectuer les mesures, déplacer – | – (avec un cliquer-déposer) sur la partie gauche de la sorte de pointillés et déplacer –O– (avec un cliquer-déposer) sur la partie droite de la sorte de pointillés (comme l'indiquent les deux flèches ci-dessous) ;



e) Dans la fenêtre du bas se trouve l'évolution spatiale de l'intensité lumineuse mais, comme le capteur sature facilement, afficher l'intensité du bleu (en cliquant sur B) en même temps que l'intensité du rouge (en cliquant sur R) et masquer l'intensité lumineuse (en cliquant sur L) ;

f) Mesurer alors l'interfrange i avec précision en cliquant sur un minimum d'intensité et en pointant un autre minimum d'intensité (sans cliquer sur ce dernier), comme l'indique l'image ci-dessous.



(Remarque : sur certaines anciennes versions de Regressi, juste avant "mm", il est écrit "10^{-3} " dont il ne faut pas tenir compte)

Du fait que $i = \frac{\lambda \times D}{d}$,

lorsque la distance D entre les fentes et l'écran et de la longueur d'onde λ sont maintenues fixes :

$i = k \times \frac{1}{d}$ où k est une constante de proportionnalité.

3. À partir des résultats expérimentaux précédemment obtenus, vérifier l'expression ci-dessus et déterminer la valeur de k (lorsque d est en µm et i est en mm).
Remarque : sur l'ordinateur, on peut obtenir le symbole "µ" en laissant appuyé sur la touche *Alt* et en appuyant sur les touches *230*.

III. Vérification de matériel.

Le lycée dispose de trois bifentes (sur une diapo). La distance entre les deux fentes du milieu de la diapo est, d'après le fabricant, de 0,3 mm. Votre mission est de déterminer avec précision la valeur de cette distance (en utilisant le travail précédent) et de la comparer avec celle du fabriquant.

Rayonnement laser : ne pas regarder dans le faisceau (laser de classe 2). La lumière est en effet très intense et, si elle pénètre dans l'œil, elle peut endommager gravement la rétine et conduire à la cécité.

4. Réaliser le montage permettant d'obtenir la figure d'interférences données par la bifente du milieu de la diapo éclairée par un laser.

5. À quelles conditions peut-on utiliser les résultats de la partie II pour déterminer la distance entre les deux fentes ?

6. Modifier le montage de la question 4 pour se placer dans ces conditions.

7. Déterminer avec précision l'interfrange de la figure d'interférences sans faire de photo (mais on peut scotcher un bout de feuille blanche sur l'écran et écrire dessus).

8. Déterminer la distance entre les deux fentes du milieu de la diapo et comparer avec la valeur donnée par le fabriquant.

Interférences par les bifentes d'Young
Liste du matériel

Au bureau

□ scotch ×2 (ou ×3 si possible)
□ ciseaux ×2 (ou ×3 si possible)

Pour chaque binôme : (en 9 exemplaires)

□ photos des 5 figures d'interférences - je m'en charge
□ ordinateur avec Regressi et logiciel d'émulation de calculatrice NumWorks
□ demi feuille blanche
□ ancien banc optique noir
□ laser rouge avec son alimentation électrique et son cavalier adapté au banc optique et son pied en bois
□ écran blanc opaque (non translucide) et son cavalier adapté au banc optique
□ support pour diapos et son cavalier adapté au banc optique
□ bifentes d'Young (sur une diapo) largeur 70 µm, écartements 0,2 mm, 0,3 mm et 0,5 mm
□ mètre ruban (2 à 5 m)
□ règle graduée (au moins 20 cm) en plastique