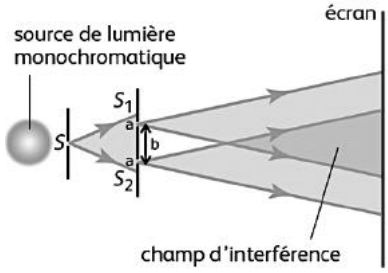
Compétences : Savoir connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.

TP2 : Interférences lumineuses et sonores

(1) Interférence avec les ondes lumineuses

Lorsque deux ondes lumineuses se rencontrent, on observe sur un écran une succession de taches alternativement sombres et lumineuses appelées franges d'interférence.
Étudions ce phénomène.

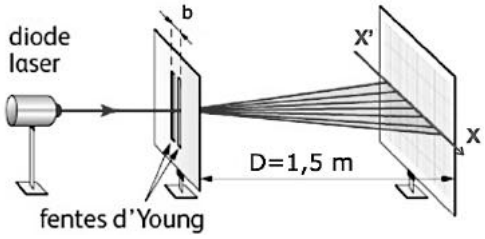
Document 1 Création de deux sources cohérentes à l'aide d'une bifente



Deux sources lumineuses différentes ne sont généralement pas cohérentes. Pour obtenir des interférences lumineuses, on crée donc deux faisceaux issus d'une même source ponctuelle en faisant traverser le faisceau initial par deux fentes fines. Les deux faisceaux obtenus sont alors cohérents (même fréquence, même phase à l'origine) et peuvent ainsi interférer.

Document 2 Dispositif expérimental des interférences avec la bifente de Young

Deux fentes fines et parallèles (bifente de Young), distantes de b, sont éclairées par une diode laser. On observe sur un écran, placé à une distance D, une succession de franges d'interférence dans la zone où les deux faisceaux se superposent (voir figure).



Chaque fente diffracte la lumière : un point de l'écran reçoit ainsi deux ondes issues de chemins différents.

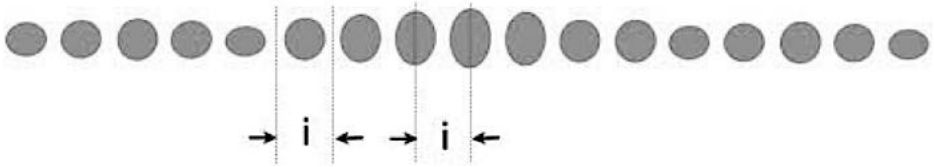
Lorsque les deux ondes arrivent en phase en un point de l'écran, elles s'additionnent et produisent une frange lumineuse. Lorsqu'elles arrivent en opposition de phase, elles s'annulent et produisent une frange sombre.



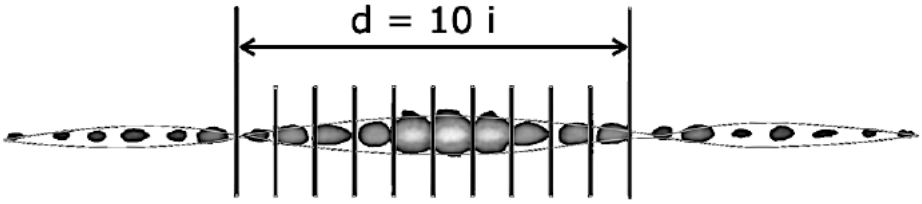
Fentes utilisées : largeurs fentes a = 70 µm et distance b entre fentes : 0,2 mm 0,3 mm et 0,5 mm.

Document 3 Interfrange

Le schéma ci-contre montre la distance entre deux franges brillantes (ou sombres) consécutives, qui est nommée interfrange et notée i.



Pour augmenter la précision, on mesurera la distance correspondant à plusieurs interfranges, puis on divisera cette distance par leur nombre.



Document 4 Modélisation mathématique

$i = \lambda \times \frac{D}{b}$ avec i : interfrange, λ la longueur d'onde de l'onde, D la distance entre les sources et l'cran ou récepteur et b la distance entre les sources.

Expérience Ⓐ : mesures et exploitation d'interférence des ondes lumineuses

Pour différentes valeurs de D, mesurer l'interfrange i sur l'écran avec le laser rouge avec la bifente possédant la distance b la plus petite (**0,2 mm**) puis tracer la courbe i = f(D) sure Regressi.

D (m)	0,70	0,90	1,20	1,40	1,60	1,80
i (m)						

a. En déduire la distance b entre les deux fentes sachant que $i = \lambda \times \frac{D}{b}$

On donne la relation qui relie l'incertitude de b à l'incertitude sur i et D : $u(b_{exp}) = b_{exp} \times \sqrt{\left(\frac{u(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$

avec les estimations suivantes : u(i) = u(D) = 1 mm.

b. Calculer $u(b_{exp})$ pour D = 0,70 m, valeur pour laquelle l'incertitude est la plus élevée.

c. Écrire le résultat de la mesure sur la distance b_{exp} en tenant compte de son incertitude.

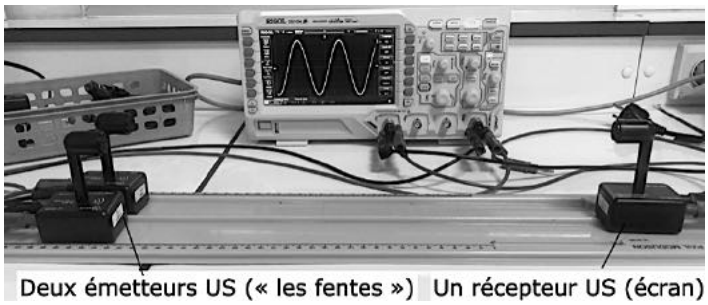
d. Pour vérifier la compatibilité de la valeur expérimentale avec une valeur de référence $b_{constructeur}$, calculer le Z score : $Z = \frac{|b_{exp} - b_{constructeur}|}{u(b_{exp})}$

(2) <u>Interférence avec le son</u>

Dispositif expérimental pour l'interférence des sons

Deux émetteurs d'ondes ultrasonores (analogues aux fentes) sont branchés à un **<u>même</u>** générateur basse fréquence (GBF). Les deux émetteurs, alimentés par la même source, émettent des signaux cohérentes.

Le signal résultant de l'interférence des deux ondes ultrasonores est capté par un récepteur branché sur la voie 2 de l'oscilloscope.

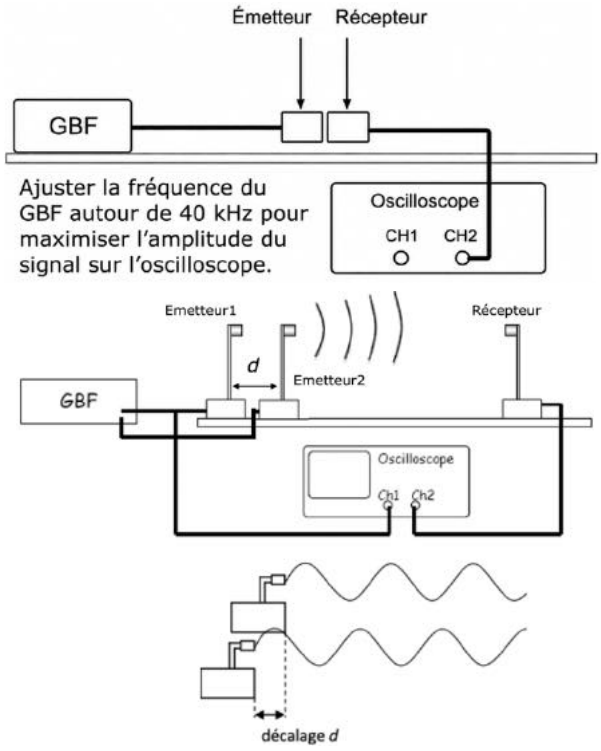


En cas d'interférences constructives, on observe sur l'oscilloscope : ……

En cas d'interférences destructives, on observe sur l'oscilloscope : ……

Expérience ® : mesures et exploitation d'interférence des ondes sonores

Brancher l'émetteur ultrasonore au GBF et le récepteur sur l'oscilloscope, puis placer le récepteur en face de l'émetteur, en veillant à bien les aligner. Régler la gamme de fréquences du GBF sur **100 kHz**, puis faire varier progressivement la fréquence autour de **40 kHz** jusqu'à obtenir une amplitude maximale du signal reçu sur l'oscilloscope. Ce réglage correspond à la fréquence pour laquelle le récepteur est le plus sensible. Conserver cette fréquence pour la suite de l'expérience.



Appeler le professeur pour vérifier ce réglage

a. Calculer la longueur d'onde correspondant à la fréquence de 40 kHz réglée sur le GBF.

Mettre en place le dispositif expérimental décrit sur le schéma ci-contre en plaçant les deux émetteurs sur le rail gradué. On décale ensuite l'un des deux émetteurs d'une distance d.

b. Indiquer les conditions sur le décalage d pour obtenir des interférences constructives et, inversement, destructives en un point quelconque.

c. Concevoir un protocole permettant de mesurer la longueur d'onde avec <u>la meilleure précision possible</u>.

Présenter le protocole au professeur

d. Déterminer expérimentalement la longueur d'onde λ et comparer la valeur obtenue à celle de la question b.

- Placer les deux émetteurs côte à côte sur le rail en plastique, à environ D = 25 cm du récepteur. Ajuster la position du récepteur face aux deux émetteurs afin d'obtenir des interférences constructives.
- Déplacer ensuite le récepteur perpendiculairement à l'axe des émetteurs et observer le signal sur l'oscilloscope.
- Identifier une seconde position d'interférences constructives.

e. En mesurant la distance b entre les deux émetteurs, puis la distance D entre les émetteurs et le récepteur, vérifier que la distance i entre deux maxima successifs est très approximativement donnée par : $i = \lambda \times \frac{D}{b}$.