

Activité de découverte : Les interférences

Prérequis : Le phénomène de diffraction.

Afin de revoir rapidement ce qu'est le phénomène de diffraction, regardez les vidéos suivantes :

<https://www.youtube.com/watch?v=IO3jwj2UWB4>

https://www.youtube.com/watch?v=TqML9E_BnOE

Pour découvrir le phénomène d'interférences lumineuses, vous allez consulter les vidéos suivantes :

<https://www.youtube.com/watch?v=-Q7onWkbvbE>

<https://www.youtube.com/watch?v=4E8h6QeCNyE>

Ensuite vous complétez les documents suivants et répondez aux diverses questions.

Les interférences :

1. Mise en évidence expérimentale avec les ondes lumineuses.

Lorsque l'on pointe un faisceau laser sur un doublet de fentes (Fentes d'Young), on observe en plus du phénomène de diffraction (1 slit = 1 fente), le **phénomène d'interférence** (2 slits = 2 fentes). Celui-ci se traduit par l'apparition, au sein des tâches de diffraction, d'une **alternance de franges sombres et de franges lumineuses** (voir figure)



On appelle la distance i entre les centres de 2 franges consécutives.

- Repérer l'interfrange sur la photo ci-dessus.

2. A quelles conditions observe-t-on des interférences ?

⇒ Notion d'ondes **COHERENTES** (on dit aussi):

Pour que le phénomène d'interférence existe, il faut que les deux sources soient, c'est-à-dire qu'elles aient la même fréquence et un déphasage constant.

Pour obtenir deux sources de lumières, il faut utiliser des sources secondaires créées à partir d'une source unique. Les fentes d'Young en sont un exemple.

3. Principe de l'interférence a deux ondes lumineuses monochromatiques.

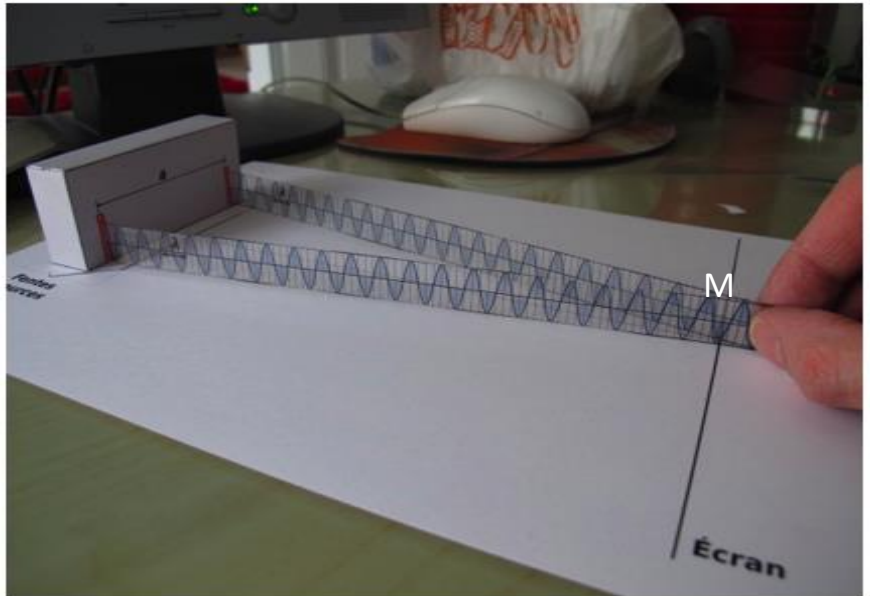
⇒ Modélisation du phénomène :

Une onde lumineuse monochromatique peut être modélisée par une succession de crêtes et de creux, c'est-à-dire une fonction

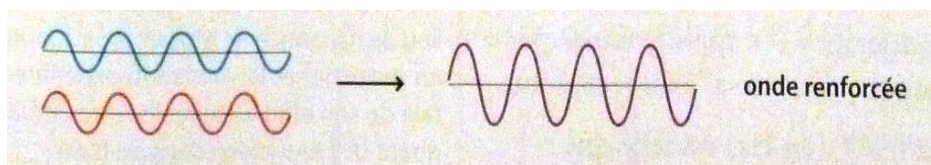
Regarder la vidéo suivante :

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=3e1e57cMg-4

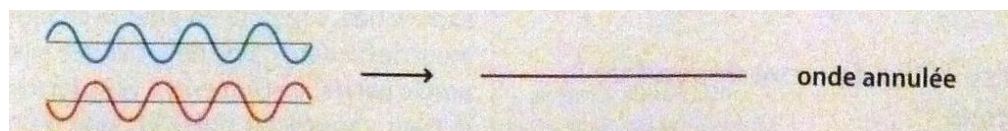
- Que font les deux ondes monochromatiques au point M ?
- Expliquer pourquoi on observe successivement des franges brillantes et des franges sombres.



- Considérons deux ondes qui se superposent. Si les creux et les crêtes coïncident, les ondes de renforcent : elles sont en et on parle d'interférences



- Si un creux de l'une coïncide avec une crête de l'autre, les ondes s'annulent : elles sont en et on parle d'interférences

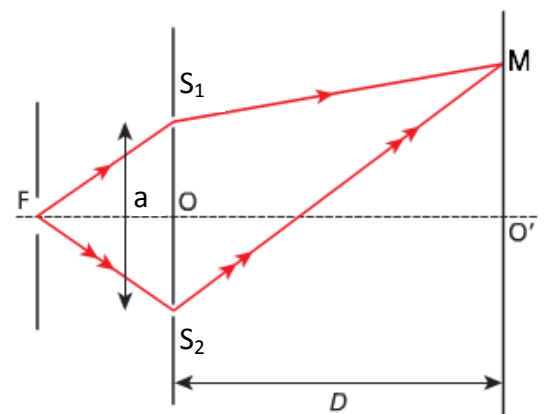


⇒ La différence de marche δ

On appelle différence de marche δ en M la différence entre les distances parcourues par les 2 ondes

$$\delta = S_2M - S_1M$$

- Lorsqu'il y a interférence constructive sur l'écran, comparer la différence de marche δ entre les deux rayons qui interfèrent et la longueur d'onde λ :



Les ondes issues des sources S_1 et S_2 sont en phase en un point M du milieu si la différence de marche

$$\delta = S_2M - S_1M = \dots\dots\dots, \text{ avec } k \text{ entier.}$$

• Même question pour les interférences destructives. Les ondes issues des sources S_1 et S_2 sont en opposition de phase en un point M du milieu si la différence de marche

$$\delta = S_2M - S_1M = \dots\dots\dots, \text{ avec } k \text{ entier.}$$

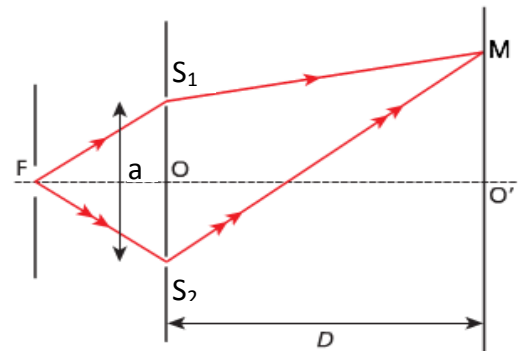
⇒ Calcul de l'interfrange :



Lors d'interférences lumineuses, l'interfrange, notée i , est la distance séparant deux franges brillantes ou deux franges sombres consécutives.

Avec un dispositif de fentes d'Young éclairé en lumière monochromatique de longueur d'onde λ , on montre que :

$$i = \text{---}$$



où a est la distance entre deux fentes ;

λ est la longueur d'onde dans le vide de la lumière monochromatique ;

D est la distance entre la double fente et l'écran où apparaît la figure d'interférences.

4. Exemples d'interférences d'ondes mécaniques.

⇒ Ondes à la surface de l'eau

Une soufflerie génère deux ondes identiques en S_1 et en S_2 (même amplitude et même fréquence)

Regarder l'animation sur <http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr>

Lorsque deux **ondes mécaniques** de même longueur d'onde se rencontrent, on constate qu'elles se renforcent ou s'annulent par endroit. On dit que les ondes

- Sur la figure 1, dire si les interférences sont constructives ou destructives, aux points A, B et C.
- Sur la figure 2, indiquer où pourraient se trouver les points A, B et C.

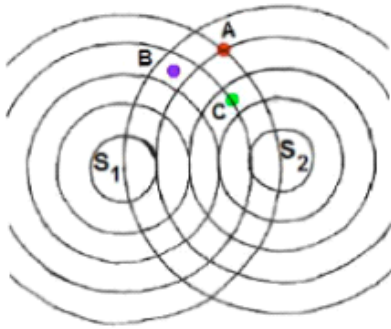


fig 1.

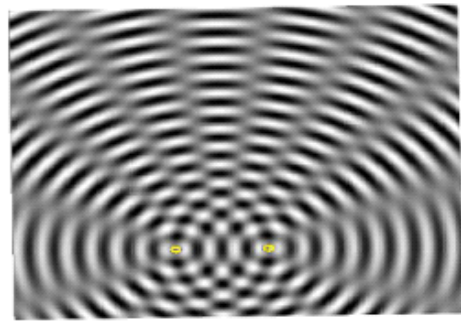
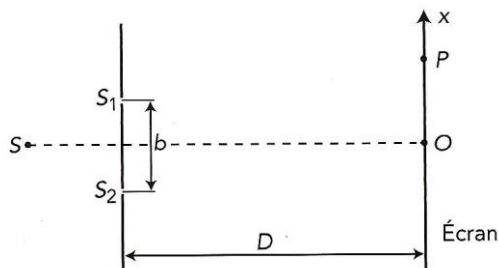


fig 2.

Exercice d'application I

On réalise le montage suivant dans lequel S est une source de lumière monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 488 \text{ nm}$. Cette source éclaire deux fentes étroites S_1 et S_2 séparées par une distance $b = 0,20 \text{ mm}$. On a $SS_1 = SS_2$.

On observe la figure obtenue sur un écran situé à $D = 1,00 \text{ m}$ du plan de ces fentes.



On considère sur l'écran un axe (Ox) , O se trouvant sur la médiatrice de $[S_1S_2]$. Pour un point P de cet axe d'abscisse x_p , la différence de marche entre les deux ondes provenant de S_1 et S_2 s'écrit : $\delta = \frac{b \cdot x}{D}$.

1. a. Quelle est la différence de marche en O ?
- b. Qu'observe-t-on sur l'écran en ce point ?
2. a. Calculer la différence de marche au point P d'abscisse $x_p = 6,1 \text{ mm}$.
- b. Qu'observe-t-on sur l'écran en ce point ?

Exercice d'application II

Deux fentes étroites et parallèles, séparées par une distance $b = 0,20 \text{ mm}$, sont éclairées par un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans le vide. On observe sur un écran, placé à la distance $D = 1,00 \text{ m}$ du plan de ces fentes, une alternance de franges brillantes et sombres. La distance séparant les milieux de deux franges brillantes (ou sombres) consécutives est appelée « interfrange » et notée i .

1. Afin de déterminer l'interfrange, on mesure la distance d comme indiqué sur le schéma ci-dessous. on obtient $d = 30 \text{ mm}$. Calculer l'interfrange i .

2.a. Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'expression qui permet de calculer l'interfrange i parmi les propositions suivantes :

(A) : $i = \lambda D^2$; (B) : $i = \frac{\lambda D}{b}$; (C) : $i = \frac{\lambda b}{D^2}$.

b. En déduire la longueur d'onde λ de la lumière.

3. Pourquoi a-t-on mesuré plusieurs interfranges ?

