

# Interférences des ondes

Thème du programme : Ondes et matière

Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.

Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.

## I. Phénomène d'interférences

### 1. Mise en évidence

Interférences de vagues à la surface de l'eau :

- Vidéo interférences à la surface de l'eau
- Animation wave-interférences.

Deux sources vibrent à une fréquence  $f$ . Les ondes progressives périodiques circulaires émises par chaque source se superposent et des zones d'amplitude minimale (zones sombres) ou maximale (zones claires) apparaissent : ces zones sont des **franges d'interférences**.

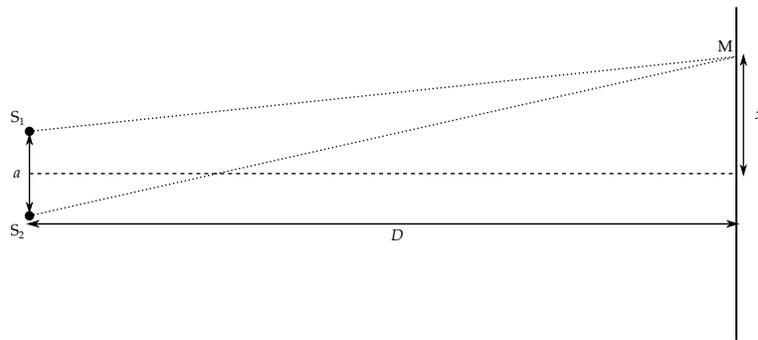
**Il y a interférence quand deux ondes de même fréquence se superposent en tout point d'un milieu.**

Pour qu'il y ait interférence, il faut que les sources d'ondes soient **synchrones ou cohérentes** c'est-à-dire de même fréquence et présentant un déphasage (les deux ondes sinusoïdales peuvent être décalées dans le temps) constant à tout instant.

### 2. Interférences constructives et destructives

<http://scphysiques.free.fr/TS/physiqueTS/interference.swf>

Les deux ondes qui interfèrent sont émises simultanément par chacune des sources  $S_1$  et  $S_2$ , mais doivent parcourir des distances  $S_1M$  et  $S_2M$  différentes pour parvenir à un endroit donné du milieu.



**La différence entre les distances parcourues par ces deux ondes est appelée différence de marche**

$$\delta = d_2 - d_1 = S_2M - S_1M$$

La différence de marche peut être positive ou négative.

L'onde créée en  $S_1$  arrive en  $M$  avec un retard  $\tau_1$  et l'onde créée en  $S_2$  arrive en  $M$  avec un retard  $\tau_2$ . La différence des retards est notée  $\Delta\tau$  :  $\Delta\tau = \tau_2 - \tau_1$ .

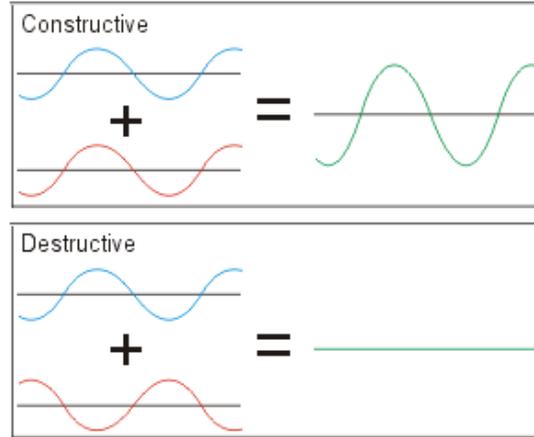
Que se passe-t-il au point  $M$  ?

[http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/croisement\\_ondes.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/croisement_ondes.swf)

Lorsque deux ondes se superposent, leurs élongations s'ajoutent.

- Il y a **interférences constructives** en un point M lorsque deux ondes provenant de deux sources cohérentes arrivent en phase en ce point M. L'amplitude de la vibration résultante en M est maximale.
- Il y a **interférences destructives** en un point M lorsque deux ondes provenant de deux sources cohérentes arrivent en opposition de phase en ce point M. L'amplitude de la vibration résultante en M est minimale ou nulle.

En tout autre point du milieu, on observe des vibrations d'amplitudes intermédiaires.



Observation des **interférences constructives** :

Si au point M, la différence des retards  $\Delta\tau$  est nulle ou multiple de la période  $T$ , les deux ondes arrivent en phase :  $\Delta\tau = kT$  avec  $k \in \mathbb{Z}$ .

Soit  $v$  la célérité des ondes dans le milieu de propagation. On sait que  $\lambda = vT$ .

La différence de marche est égale à  $\delta = d_2 - d_1 = v(\tau_2 - \tau_1) = v\Delta\tau = vkT = k\lambda$ .

**Il y a interférence constructive en tout point du milieu où  $\delta = k\lambda$ , avec  $k \in \mathbb{Z}$ .**

Observation des **interférences destructives** :

Si au point M, la différence des retards  $\Delta\tau$  est un multiple impair de la demi-période  $T$ , les deux ondes arrivent en opposition de phase :  $\Delta\tau = (2k + 1)\frac{T}{2}$  avec  $k \in \mathbb{Z}$ .

De la même manière que précédemment

**Il y a interférence destructive en tout point du milieu où  $\delta = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$ , avec  $k \in \mathbb{Z}$ .**

Exercices : 4 p 100, 7 p 101.

## II. Interférences d'ondes lumineuses

### 1. Lumière monochromatique

— Passage de une fente à 2, ondes lumineuses :

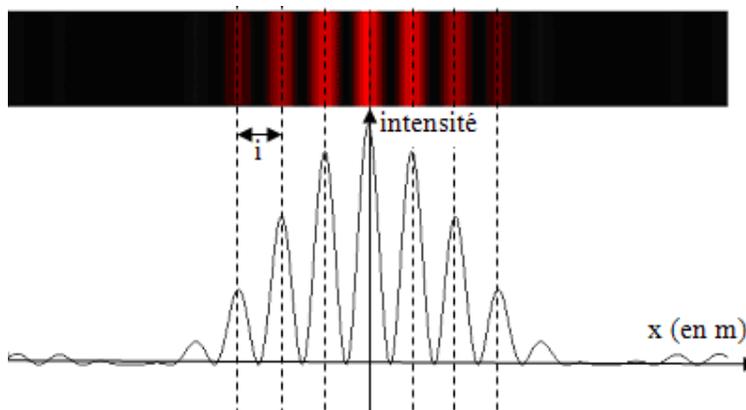
[http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/InterferenceLaser.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/InterferenceLaser.swf)

— Animation Interférences n°4.

Le cas des ondes lumineuses est particulier, car le mode d'émission de la lumière par une source ne permet pas de former plusieurs sources synchrones séparées. C'est pour cela que les interférences lumineuses sont créées en divisant l'onde lumineuse émise par une seule source, à l'aide de fentes d'Young par exemple.

Chaque fente diffracte la lumière, et les faisceaux diffractés interfèrent dans leur partie commune.

Sur un écran orthogonal par rapport à l'axe de symétrie du dispositif, on observe une figure de diffraction donnée par une fente fine avec des franges beaucoup plus fines à l'intérieur de celle-ci : les franges d'interférences.



La distance qui sépare les milieux de deux franges consécutives de même nature est appelé interfrange noté  $i$  :

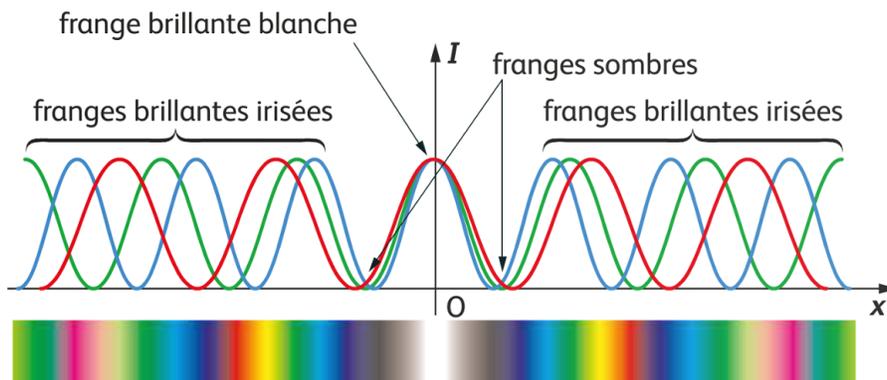
$$i = \frac{\lambda D}{a_{1-2}}$$

$i$	interfrange en m
$\lambda$	longueur d'onde dans le milieu en m
$D$	distance entre les fentes et l'écran en m
$a_{1-2}$	distance en les fentes en m

### 2. Lumière polychromatique

Pour la lumière blanche qui est polychromatique, chaque couleur possède sa propre fréquence et va donc faire sa propre figure d'interférence. Les radiations de fréquences différentes n'interfèrent pas entre elles.

Ce que l'on observe sur l'écran est donc la superposition de toutes les figures d'interférence :



On parle alors de couleurs interférentielles.

Exemple : irisation d'une bulle de savon.

Exercices : 14 p 103, 15 p 104, 18 p 104, 20 p 105, 29 p 108.