

Interférences à deux ondes

Vidéo : [Accéder à la vidéo du cours](#)

Manuel : pages 372 à 374



5.1 Observation du phénomène d'interférence

Lorsque **deux sources** produisent chacune une onde, il est possible d'observer ces ondes interférer entre elles à condition qu'elles aient notamment la même longueur d'onde. Sur l'exemple ci-dessous, on observe des zones où les vagues ont une **amplitude maximale** et des zones où elles ont une **amplitude nulle**. On obtient une **figure d'interférence**.



FIGURE 1 – Deux sources produisent des ondes à la même fréquence et même longueur d'onde

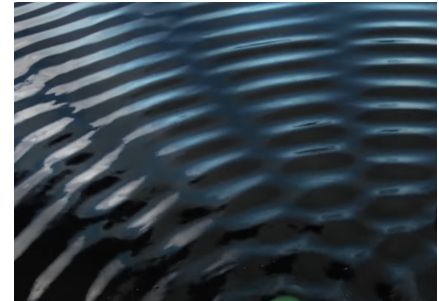


FIGURE 2 – Apparition d'une figure d'interférence

5.2 Explication du phénomène d'interférence

Ces observations peuvent s'expliquer qualitativement de manière assez simple.

À retenir

Lorsque les ondes produites par chaque source se rencontrent, leurs amplitudes respectives s'additionnent.

- Si les ondes se rencontrent lorsque leurs amplitudes sont maximales, l'amplitude résultante étant la somme des deux, elle est maximale. On dit que **les ondes sont en phase**.
- Si les ondes se rencontrent lorsque l'une est à son maximum d'amplitude et l'autre à son minimum, l'amplitude résultante est nulle. **Les ondes sont en opposition de phase**.

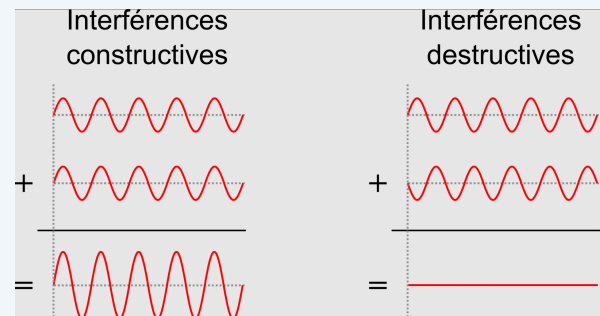


FIGURE 3 – À gauche, deux ondes en phase. À droite, deux ondes en opposition de phase.

Animation : <https://www.geogebra.org/m/bk4bSqSC>

5.3 Les interférences entre deux ondes lumineuses

Ce phénomène d'interférence s'observe également dans le cas des ondes lumineuses. Les fentes de Young sont couramment utilisées afin de créer des interférences lumineuses : ce sont deux fentes de même taille, séparées par une distance très faible, généralement éclairées par un LASER.

♥ À retenir

La **différence de marche**, notée δ , correspond à la différence de chemin optique parcouru par une onde par rapport à l'autre. Sur la figure ci-contre, elle serait égale à :

$$\delta = S_1M - S_2M$$

Deux cas particuliers sont à connaître :

- Si la différence de marche est un multiple **entier** de la longueur d'onde λ , alors les deux ondes sont en phase. Les interférences sont dites **constructives**.
- Si la différence de marche est un multiple **demi-entier** de la longueur d'onde λ (0,5; 1,5; 2,5...), alors les deux ondes sont en opposition de phase. Les interférences sont dites **destructives**.

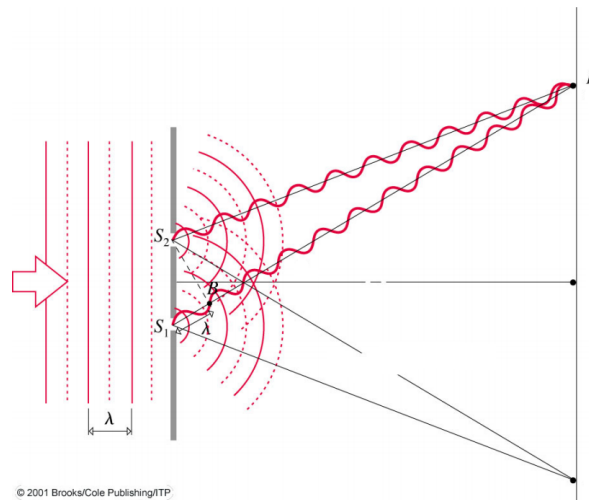


FIGURE 4 – L'onde issue du point source S_1 parcourt une distance plus grande que l'onde issue de S_2

Σ ♥ Formule à connaître

Pour des interférences :

- **Constructives** : $\delta = k \lambda$
- **Destructives** : $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda$

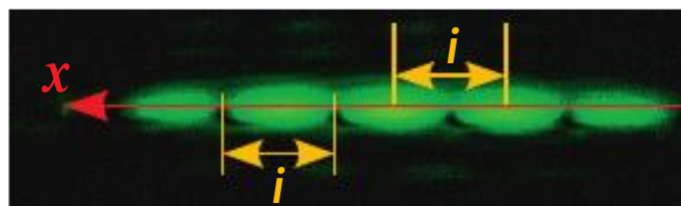
avec k un entier relatif, appelé **ordre d'interférence**.

5.4 Notion d'interfrange

Concrètement, qu'observe-t-on sur un écran placé derrière des fentes de Young?

Remarque

La figure d'interférence obtenue montre une alternance de franges brillantes et sombres à l'intérieur de la tache de diffraction. (Voir manuel page 373)



On observe toujours le phénomène de diffraction, caractérisé par une tache centrale très lumineuse et des taches secondaires sur les côtés. En plus de cela, à l'intérieur de la figure de diffraction, on observe une figure d'interférence : une alternance de taches lumineuses et d'extinctions (absence de lumière) qui correspondent à l'alternance d'interférences constructives et destructives. On remarque également que la distance entre deux extinctions ou entre le centre de deux taches lumineuses est constante.

À retenir

L'interfrange, notée i , correspond à la distance entre deux maximums d'intensité lumineuse ou entre deux extinctions. Pour mesurer précisément une interfrange, on en mesure généralement plusieurs et on divise par le nombre d'interfranges mesurées.

Quel est le lien entre la valeur de l'interfrange et les grandeurs caractéristiques du montage ?

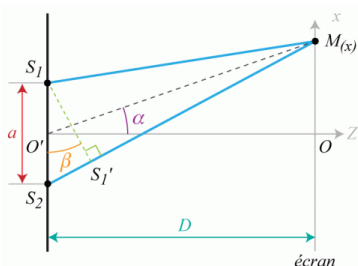


FIGURE 5 – Les ondes interfèrent constructivement au point M

Soit un point M d'abscisse x où les deux ondes interfèrent de manière constructive. La différence de marche δ a pour expression :

$$\delta = \frac{ax}{D}$$

Cette relation n'est pas à connaître : elle sera toujours redonnée si besoin. x représente la distance par rapport au centre de l'écran ; pour $x = 0$, la différence de marche est nulle.

On cherche ici à déterminer la distance i entre deux maximums consécutifs : l'interfrange. On sait que pour un maximum d'intensité lumineuse, les interférences sont constructives et les ondes sont donc en phase :

$$\delta = k\lambda$$

Il vient donc que :

$$k\lambda = \frac{ax}{D}$$

$$x = \frac{k\lambda D}{a}$$

Si l'on note k un maximum et $k + 1$ le suivant, l'interfrange est donnée par :

$$i = x_{k+1} - x_k = \frac{(k+1)\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \boxed{\frac{\lambda D}{a}}$$

Formule à savoir utiliser

L'interfrange i entre deux fentes de Young est donnée par la relation :

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

avec :

- λ la longueur d'onde de la lumière ;
- D la distance entre les fentes et l'écran ;
- a la distance entre les deux fentes.

Remarque

La formule n'est pas à apprendre par cœur mais il faut savoir la redémontrer.

5.4.1 Compétences travaillées

Maîtrise Compétence			
Caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes et en citer des conséquences concrètes.			
Établir les conditions d'interférences constructives et destructives de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase dans le cas d'un milieu de propagation homogène.			
Prévoir les lieux d'interférences constructives et les lieux d'interférences destructives dans le cas des trous d'Young, l'expression linéarisée de la différence de chemin optique étant donnée. Établir l'expression de l'interfrange.			
<i>Compétence expérimentale : Tester les conditions d'interférences constructives ou destructives à la surface de l'eau dans le cas de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase.</i>			
<i>Compétence expérimentale : Exploiter l'expression donnée de l'interfrange dans le cas des interférences de deux ondes lumineuses, en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.</i>			