

Fiche de synthèse 9.b

Interférences

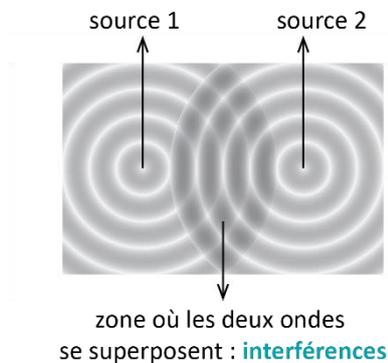
1. Interférence de deux ondes

1.1. Condition pour obtenir des interférences

Les **interférences** désignent un phénomène qui intervient lorsque **deux ondes périodiques** synchrones se **superposent**. Ces deux ondes peuvent être mécaniques ou électromagnétiques.

Manifestation du phénomène d'interférence :

Dans la zone où les deux ondes interfèrent, on obtient une alternance de zones où l'onde est amplifiée et de zones où elle est atténuée.



1.2. Ondes synchrones

Deux ondes périodiques sont **synchrones** si elles ont **la même fréquence** et un **déphasage constant**.

Obtention des ondes synchrones :

Expérimentalement, on obtient deux ondes synchrones en divisant en deux l'onde émise par une seule source.

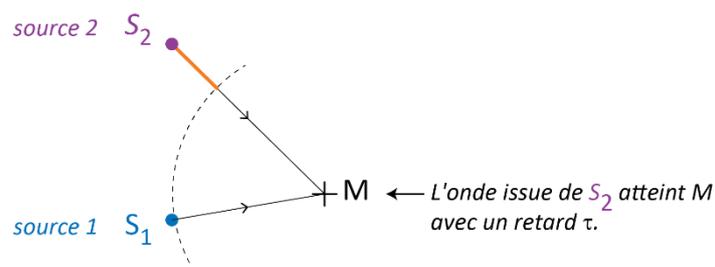
Exemples :

- deux vibreurs d'une cuve à onde alimentés par le même générateur ;
- deux haut-parleurs alimentés par un même GBF ;
- deux fentes éclairées par un seul laser.

1.3. Interprétation du phénomène d'interférence

Retard d'une onde par rapport à l'autre :

On considère deux sources S_1 et S_2 émettant deux ondes périodiques synchrones. M est un point où les deux ondes se superposent. L'une des deux ondes atteint le point M avec un retard τ par rapport à l'autre :





Interférence constructive et interférence destructive

Selon la position de M , deux cas limites sont à distinguer :

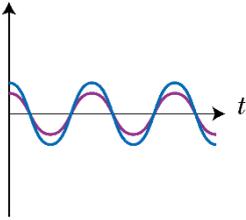
► **CAS 1 : l'interférence constructive**

Si le retard est un **multiple de la période de l'onde** :

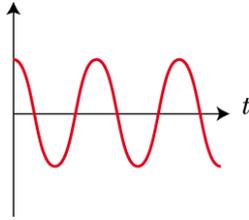
$$\tau = k \times T \quad (k \text{ entier})$$

Les ondes issues de S_1 et S_2 atteignent le point M **en phase** :

signaux reçus en M issus de S_1 et S_2



signal total reçu en M



L'onde reçue en M a alors l'amplitude la plus élevée possible. On dit que **l'interférence est constructive**.

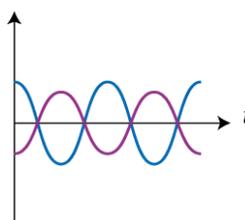
► **CAS 2 : l'interférence destructive**

Si le retard est un multiple de la période **plus une demi-période** d'onde :

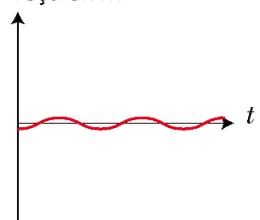
$$\tau = kT + \frac{T}{2}$$

Les ondes issues de S_1 et S_2 atteignent le point M **en opposition de phase** :

signaux reçus en M issus de S_1 et S_2



signal total reçu en M



L'onde reçue en M a alors l'amplitude la plus faible possible. On dit que **l'interférence est destructive**.

À retenir :

- Lorsque les deux ondes qui interfèrent atteignent le récepteur **en phase** elles interfèrent de manière **constructive** et l'onde reçue a une amplitude **maximale**.
- Lorsque les deux ondes qui interfèrent atteignent le récepteur **en opposition de phase** elles interfèrent de manière **destructive** et l'onde reçue a une amplitude **minimale**.

1.4. Notion d'interfrange

Les zones d'amplitude maximale sont appelées des franges d'interférences constructives.

Les zones d'amplitude minimale sont appelées des franges d'interférences destructives.

La plus petite distance entre deux franges consécutives de même nature est appelée **interfrange**.

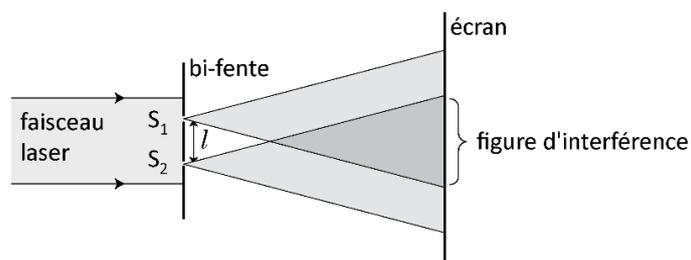
2. Cas des interférences de deux ondes lumineuses

2.1. Obtention d'interférences lumineuses

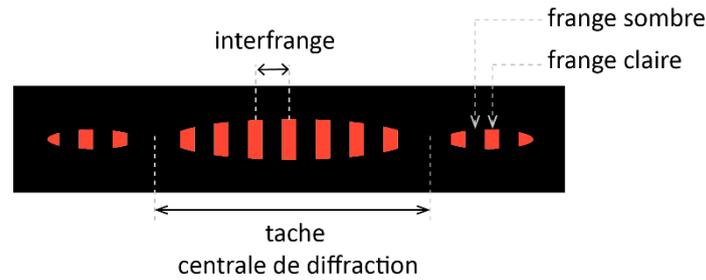
On obtient des interférences lumineuses en divisant en deux un faisceau de lumière issu d'une source unique. Les fentes (ou bi-fente ou encore fente double) de Young permettent cela.

2.2. Interfrange dans le cas des interférences lumineuses

Dans le cas d'un faisceau laser interceptant une bi-fente de Young, les deux fentes constituent deux sources secondaires cohérentes S_1 et S_2 :



Sur un écran on observe à la fois les phénomènes de diffraction et d'interférence :

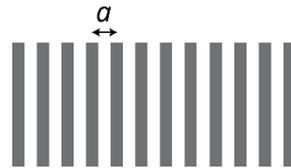


3. Interférence d'ondes multiples

3.1. Le réseau plan : description

Un réseau plan est un dispositif optique obtenu en gravant sur une surface des traits identiques, parallèles, équidistants et très serrés.

On appelle **pas du réseau** la distance qui sépare deux traits voisins d'un réseau plan. On la note généralement a .



allure d'un réseau plan (a est généralement de l'ordre de $0,1$ à $10 \mu\text{m}$)

Les réseaux plans sont également caractérisés par le nombre n de traits par unité de longueur. On a donc :

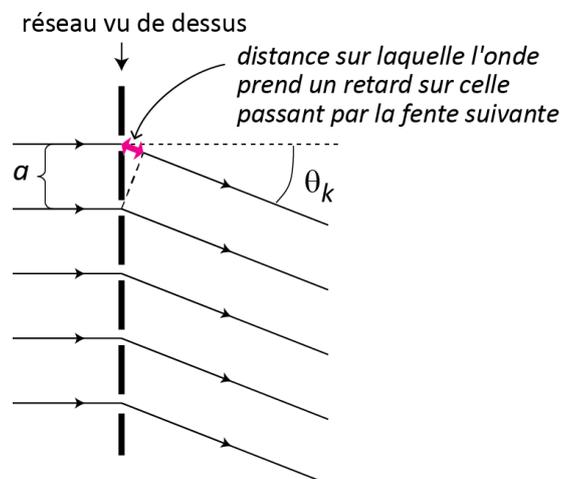
$$n = \frac{1}{a}$$

- a : pas du réseau (en unité de longueur) ;
- n : nombre de traits par unités de longueur.

3.2. Effet d'un réseau sur un faisceau monochromatique

L'action d'un réseau sur un faisceau de lumière incident résulte de la combinaison des phénomènes de diffraction et d'interférences :

- chaque trait du réseau diffracte la lumière et se comporte donc une source de lumière secondaire en émettant des ondes lumineuses dans toutes les directions de l'espace ;
- toutes les ondes lumineuses se superposent et **interfèrent entre elles** (on parle d'interférences à ondes multiples ou à n ondes).



Dans une direction donnée, l'onde émise par chaque fente a une différence de marche δ avec celle émise par la fente suivante.

L'interférence entre toutes les ondes est constructive lorsque le retard est un multiple entier de la période : $\tau = k \times T$. Comme il existe plusieurs valeurs de k satisfaisant cette condition, il existe plusieurs directions θ_k dans lesquelles l'interférence est constructive : sur un écran, on observe donc plusieurs figures d'interférences, correspondant aux valeurs $k = 1, k = 2$, etc.

Exemples :

Figure obtenue si la source est une fente éclairée en lumière monochromatique :

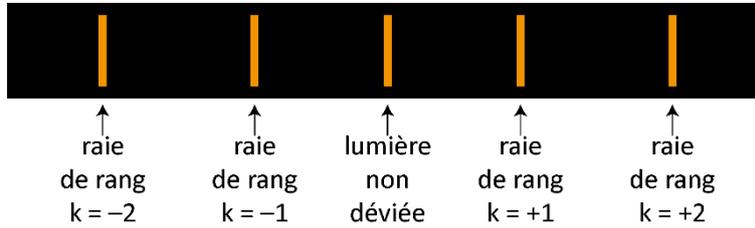
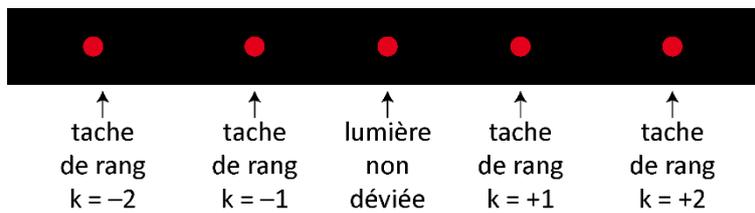


Figure obtenue si la source est un laser :



3.3. Effet d'un réseau sur la lumière polychromatique

Le retard donnant une interférence constructive dépend de la période, donc de la longueur d'onde λ . Si le faisceau incident est une lumière polychromatique, les différentes ondes vont interférer de manière constructive à des endroits différents en fonction de leurs longueurs d'onde. Le réseau permet donc d'obtenir plusieurs spectres de la lumière qui le traverse : chaque ordre k donne un spectre. On observe alors un phénomène de dispersion de la lumière polychromatique.

Exemple : figure obtenue si la source est une fente éclairée en lumière blanche :

