**Chapitre 3 : Introduction aux interférences**

Pour obtenir des interférences, il faut composer 2 vibrations issues du même train d’onde. Elles seront ainsi synchrones (même fréquence) et auront une relation de phase entre elles, constante dans le temps. On peut obtenir des interférences à partir d’une source unique avec des dispositifs qui réalisent

-soit une division du front d’onde

- soit une division d’amplitude

Les dispositifs à division du front d’onde conduisent à des interférences non localisées, c’est-à-dire que l’on peut observer en de nombreux points de l’espace

Les dispositifs à division d’amplitude conduisent à l’observation de franges d’interférence localisées. Celles que nous étudierons.

1. **Interférences délocalisées**
2. L’expérience de Young

Le principe de l’expérience fut introduit par le physicien Thomas Young.

Une source lumineuse monochromatique (ici un laser) éclaire un plateau percé de deux fentes verticales et parallèles l’une de l’autre. L’image des deux fentes est ensuite projetée sur un écran.

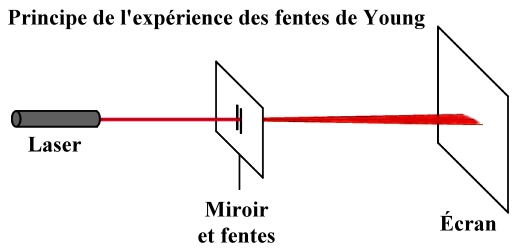


Image obtenue sur l’écran

Alors que l’on s’attend à observer deux lignes lumineuses projetées sur l’écran, l’expérience présente un résultat différent.

Il n’y a non pas deux mais plusieurs franges lumineuse verticales, régulièrement espacées. La distance séparant deux franges successives est d’autant plus grande que les deux fentes sont proches.

Cette expérience totalement incompréhensible dans le cadre d’une description purement géométrique de la lumière s’explique très simplement dans le cadre du modèle ondulatoire.

On parle d’interférences délocalisées car l’écran peut prendre n’importe quelle position dans l’espace d’interférences.

1. Superposition de deux ondes lumineuses

Pour simplifier le raisonnement, on assimile les fentes à des sources lumineuses secondaires notées S1 et S2. Ces deux sources sont monochromatiques et vibrent à la même fréquence que la source primaire dont elles sont issues. On considère deux trains d’ondes, émis respectivement par S1 et S2.

* 1er cas : Le point M est situé au centre de l’écran :

Un point M de l’écran reçoit les deux ondes. Le champ électrique qui en résulte est égal à la somme des champs électriques provenant de S1 et S2.

Ce champ électrique total et donc l’intensité lumineuse, dépendent fortement de la position de M sur l’écran.

Les distances parcourues par les deux trains d’onde avant d’atteindre le point M sont égales. Les champs et sont toujours en phase et leur superposition produit un champ électrique total en M d’amplitude maximale.

**On dit que l’interférence est constructive.**

* Le point M est donc un point très lumineux, il appartient à la frange brillante centrale.
* 2ème cas : Le point M est décalé du centre de l’écran

Les distances d1 et d2 sont différentes.

Ici le premier train d’onde arrive légèrement en avance par rapport au second (d1< d2). Comme précédemment le champ total en M résulte de la superposition des deux champs.

+

Cependant les deux trains d’onde n’étant plus en phase, leur addition est moins efficace que précédemment. L’amplitude du champ total en M est donc plus petite.

* L’intensité lumineuse reçue par le point M est plus faible.
* Trains d’ondes en opposition de phase

Le point M est écarté davantage du centre de l’écran, de sorte que la différence de chemin optique soit égale à une demi-longueur d’onde (d2-d1 =λ/2). Dans ce cas particulier, les champs s’opposent mutuellement.

* L’amplitude du champ total en M et donc l’intensité lumineuse sont très faibles.

**L’interférence est qualifiée de destructive.**

**Cette situation correspond aux zones sombres séparant deux franges lumineuses.**

**Le terme δ est appelé différence de marche.** Il représente la différence entre les chemins optiques suivis par les deux faisceaux pour atteindre le point M.

Nous considérons une propagation dans un milieu d’indice n :

**δ = n . (d2-d1)**

* L’interférence est constructive si δ = k . λ où k entier relatif
* L’interférence est destructive si δ = () λ où k entier relatif

D’une façon générale, on définit l’ordre d’interférence notée p, comme le rapport entre la différence de chemin optique et la longueur d’onde :

p =

L’interférence est constructive si p = entier

L’interférence est destructive si p = entier +1/2

1. Calcul géométrique de la différence de marche

M

S1 x

a θ θ O

S

S2 δ H D

D est très grand devant a et devant x 🡪 θ petit

δ = (SS2 +S2H +HM) –(SS1 +S1M) or (SS2) = (SS1) et (S1M) = (HM)

δ = (S2H) dans l’air n=1 δ = n. S2H = S2H

sin θ= δ/a et tan θ = x/D θ petit alors tan θ = sin θ

ainsi x/D = δ/a

δ =

1. Intensité

Les interférences sur l’écran sont représentées par des franges.

Elles sont rectilignes, équidistantes et parallèles entre elles. On observe une succession de franges brillantes et sombres.

Les franges brillantes correspondent au maximum d’intensité.

Les franges sombres correspondent au minimum d’intensité.

Si les fentes sont suffisamment fines, l’amplitude diffractée est indépendante de la direction. L’amplitude est proportionnelle à la largeur des fentes.

Si S1 et S2 sont de même largeur alors leurs amplitudes sont égales a1 = a2.

1. Interfrange

On appelle interfrange i la distance entre deux franges consécutives de même nature. (soit 2 sombres, soit 2 brillantes)

Chaque frange, qu’elle soit brillante ou sombre correspond à un ordre.

**L’ordre au centre ou ordre 0 ne correspond qu’à une seule frange : brillante, sombre ou grise.**

Alors que les autres ordres possèdent deux franges : une brillante et une sombre.

On calculera **l’interfrange i = (x k+1) FB – (x k) FB** pour les franges brillantes

**Ou i = (x k+1) FS – (x k) FS** pour les franges sombres

* Entre 2 franges consécutives de même nature :

Δϕ varie de 2π

δ varie de λ

P varie de 1

* Entre 2 franges de natures opposées :

Δϕ varie de π

δ varie de λ/2

P varie de 0.5

2 méthodes de calculs de i l’interfrange :

* 1ère méthode :

Soit xk la distance déterminant la position d’une frange brillante et xk+1 celle de la frange brillante suivante

Avec **i = (x k+1) FB – (x k) FB**

Entre 2 franges successives de même nature, δ varie de λ

Alors δ **(x k+1) FB –** δ **(x k) FB =** λ

On a vu δ =

= λ

(x k+1 -xk) = λ

. i = λ **d’où i =**

* 2ème méthode:

Entre 2 franges successives de même nature, p varie de 1

Alors p **(x k+1) FB –** p **(x k) FB =** 1

On a vu p =

= 1

On a vu δ =

= λ

(x k+1 -xk) = λ

. i = λ **d’où i =**

Remarque : Le calcul est le même pour 2 franges consécutives sombres.

Application :

Sources ponctuelles synchrones et monochromatiques (dispositif de Young) sont distantes de a = 1mm

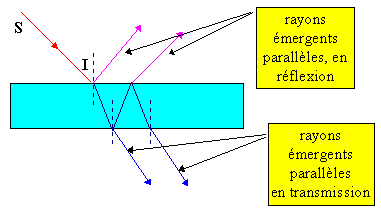
La longueur d’onde λ de la radiation ( = onde = vibration) est λ= 0.5μm

1. Déterminer la distance qui sépare la 4ème frange brillante de la frange centrale d’ordre 0 sur un écran placé à 1m des sources, parallèlement à celles-ci.
2. Calculer l’interfrange i, puis Δp = p5B -p1S
3. Systèmes permettant d’observer les interférences délocalisées :

Il existe 5 systèmes d’interférences délocalisées :

* Les fentes ou trous d’Young
* La bilentille de Billet
* Le biprisme de Fresnel
* Les miroirs de Fresnel
* Le miroir de Lloyd

1. **Interférences localisées.**



V1 et V2 sont 2 vibrations issues de la même vibration. Elles sont obtenues par division d’amplitude et permettent d’obtenir des interférences localisées.

On étudiera 3 familles de systèmes :

* Lame à faces parallèles
* Les coins d’air
* Les anneaux de Newton