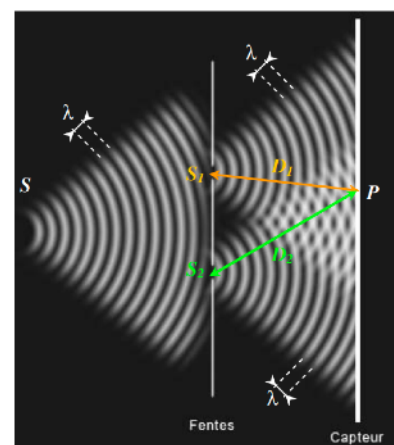
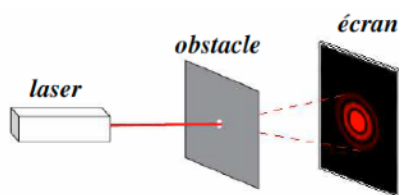




# P1

# Diffraction et Interférences

- I. Le phénomène de diffraction
- II. Le phénomène d'interférences



# P1 - DIFFRACTION ET INTERFERENCES

## I. Le phénomène de diffraction

### 1. Mise en évidence du phénomène

On utilise la cuve à ondes avec un vibreur en forme de lame et on interpose devant le vibreur un obstacle muni d'une fente parallèle au vibreur et de largeur  $a$  réglable.



- 1<sup>er</sup> cas : La largeur de la fente  $a$  est très grande par rapport à la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde

$$a \gg \lambda$$

*Observation :*



- 2<sup>ème</sup> cas : La largeur de la fente  $a$  est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde  $\lambda$

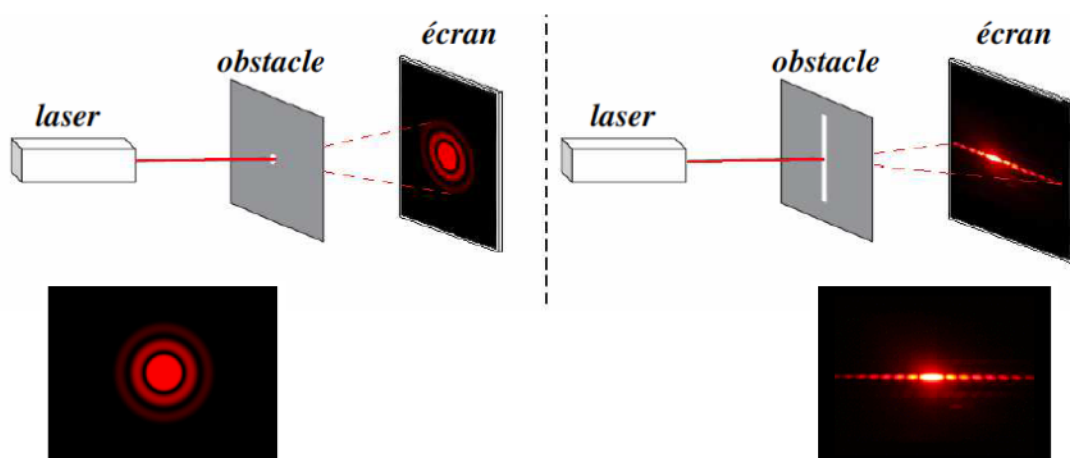
$$a \approx \lambda$$

*Observation :*



### 2. Et avec la lumière ?

Eclairons un obstacle (trou, fente ou fil) de largeur  $a$  avec une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  (de même ordre de grandeur que la largeur de la fente :  $\lambda \approx a$ ) :



On observe une alternance de zone éclairée et sombres : c'est le phénomène de **diffraction de la lumière**.

**La lumière constitue donc une onde puisqu'elle subit le phénomène de diffraction.**

*Remarque : La figure de diffraction s'étale dans une direction orthogonale à la fente ou l'obstacle*

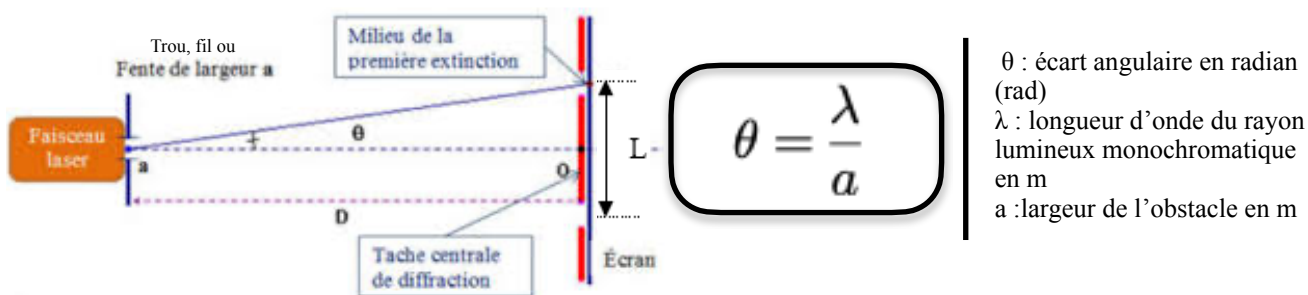
### 3. Définition et conditions

Le phénomène de diffraction dépend de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde incidente et de la dimension  $a$  de l'obstacle (largeur de la fente, du fil ou diamètre du trou). Ce phénomène est d'autant plus marqué que  $a$  est voisin ou inférieur à  $\lambda$ .

Remarques :

- Dans le cas des ondes lumineuses, le phénomène est encore apparent avec des obstacles 100 fois plus grands.
- Ni la vitesse, ni la fréquence, ni la période et ni la longueur d'onde de l'onde ne sont modifiées après qu'elle a subi le phénomène de diffraction, seule la direction de l'onde change !

🔍 Dans le cas d'une onde progressive périodique, l'écart angulaire  $\theta$  entre le milieu de la tache centrale de diffraction et le milieu de la première zone d'extinction est donné par la relation :



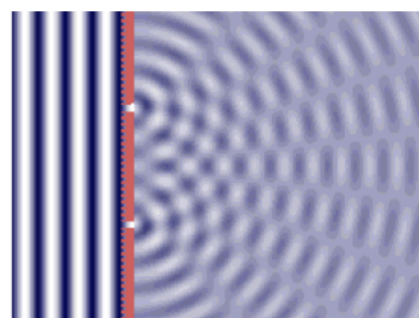
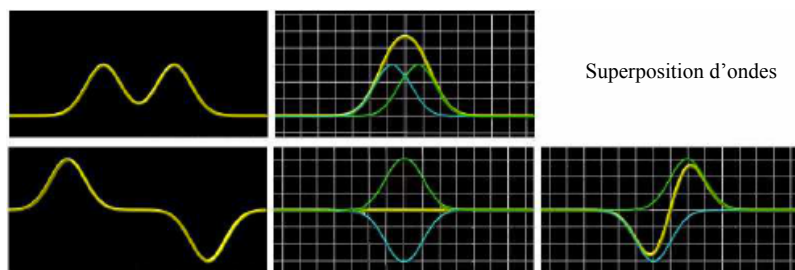
Application :

- Sachant que pour des petits angles,  $\tan \theta \approx \theta$ , calculer la longueur  $L$  de la tache centrale observée sur l'écran pour un laser de longueur d'onde  $\lambda = 633 \text{ nm}$  traversant une fente de largeur  $a = 0,50 \text{ mm}$  placée à une distance  $D = 1,5 \text{ m}$  de cet écran ?

## II. Le phénomène d'interférences

### 1. Mise en évidence du phénomène

Lorsque deux ondes mécaniques de **même longueur d'onde** se rencontrent, on constate qu'elles se renforcent ou s'annulent par endroit, comme on peut l'observer avec des vagues allant en sens opposés :



Interférences créées par deux sources cohérentes

Remarques :

- Après s'être croisées, les deux perturbations continuent sur leur lancée sans être modifiées.
- Deux ondes de même fréquence qui se superposent peuvent interférer. On observe alors une **figure d'interférence**.
- Une figure d'interférence est stable si les sources sont **cohérentes**.
- Deux sources sont cohérentes si elles émettent des ondes **sinusoïdales de même fréquence** et si le retard de l'une par rapport à l'autre ne varie pas : elles gardent alors un **déphasage constant**.

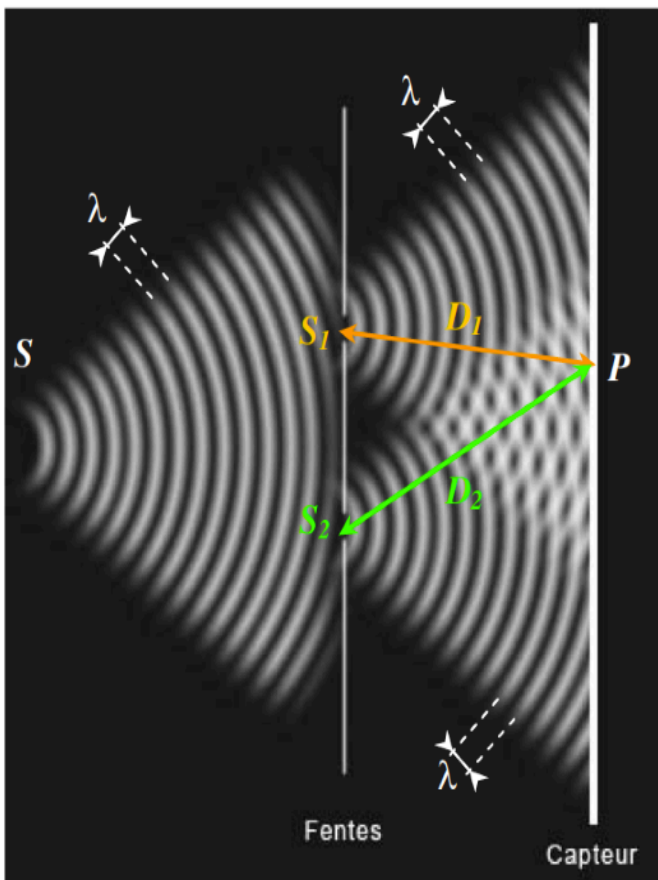
## 2. Et avec la lumière ?

Lorsqu'on éclaire deux **fentes proches et parallèles** (appelées *fentes d'Young*) avec de la lumière laser, on observe une figure de diffraction striée d'une alternance de bandes sombres et de bandes lumineuses appelées «franges d'interférence» :



## 3. Interférences constructives et interférences destructives

La source S éclaire deux fentes  $S_1$  et  $S_2$ . Ces fentes diffractent la lumière et les Interférences se comportent comme deux sources divergentes cohérentes.



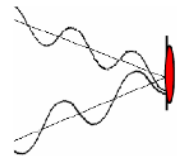
☞ Pour chaque point P du capteur ou de l'écran, la **différence de marche  $\delta$**  des deux ondes incidentes s'écrit :

$$\delta = D_1 - D_2$$

■ si  $\delta$  est tel que :

$$\delta = k \cdot \lambda$$
 avec k un entier relatif.

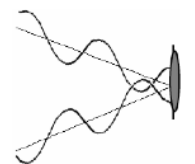
alors au point P, l'interférence est constructive car les deux ondes arrivent en phase. Le point P est donc lumineux.



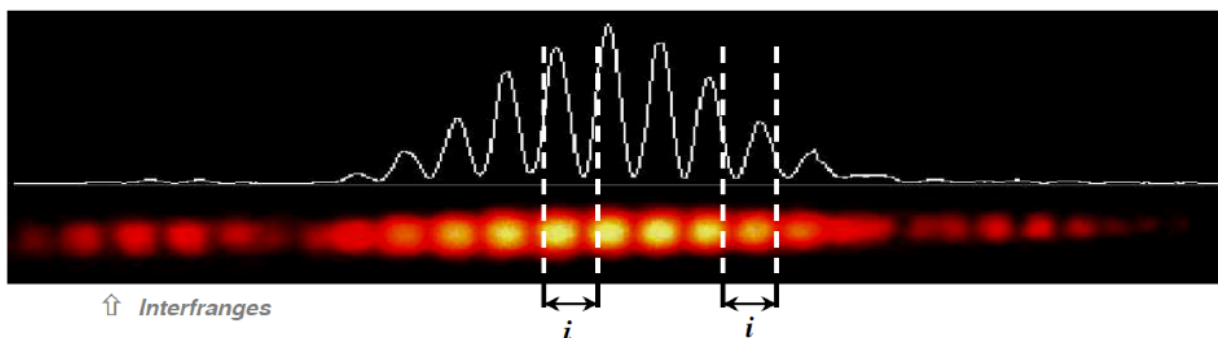
■ si  $\delta$  est tel que :

$$\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$
 k un entier relatif.

alors au point P l'interférence est destructive car les deux ondes arrivent en opposition de phase. Le point P est donc sombre.



Ainsi on observe sur l'écran une succession de **franges équidistantes** alternativement sombres et brillantes, appelées **interfranges** :



Remarque : De façon à être bien précis, on mesure plusieurs (n) interfranges puis on divise par le nombre d'interfranges pour obtenir i.

La valeur de l'**interfrange** est donnée par la relation :

$$i = \frac{\lambda \cdot D}{S_1 S_2}$$

$i$  : interfrange en m  
 $\lambda$  : longueur d'onde du rayon lumineux monochromatique en m  
 $D$  : Distance sources-écran en m  
 $S_1 S_2$  : distance entre les 2 sources en m

Application :

On considère deux sources  $S_1$  et  $S_2$  monochromatiques cohérentes de longueur d'onde  $\lambda = 0,70 \text{ mm}$ . Ces deux sources sont distantes de  $5,0 \text{ mm}$ . L'écran sur lequel on observe la figure d'interférence est placé à  $D = 1,30 \text{ cm}$  du plan de ces deux sources.

1. Sachant que le point  $P$  de l'écran se trouve à une distance de  $1,54 \text{ cm}$  de la source  $S_1$  et à une distance de  $1,33 \text{ cm}$  de la source  $S_2$ , ce point apparaît-il lumineux ou sombre ?
2. Déterminer la taille de l'interfrange observé sur l'écran.