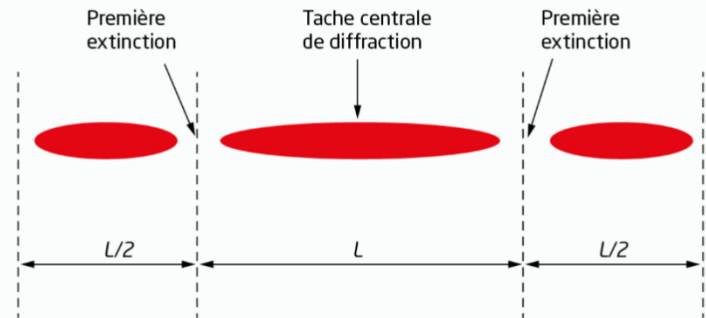


# Chap. 4 : Les interférences lumineuses



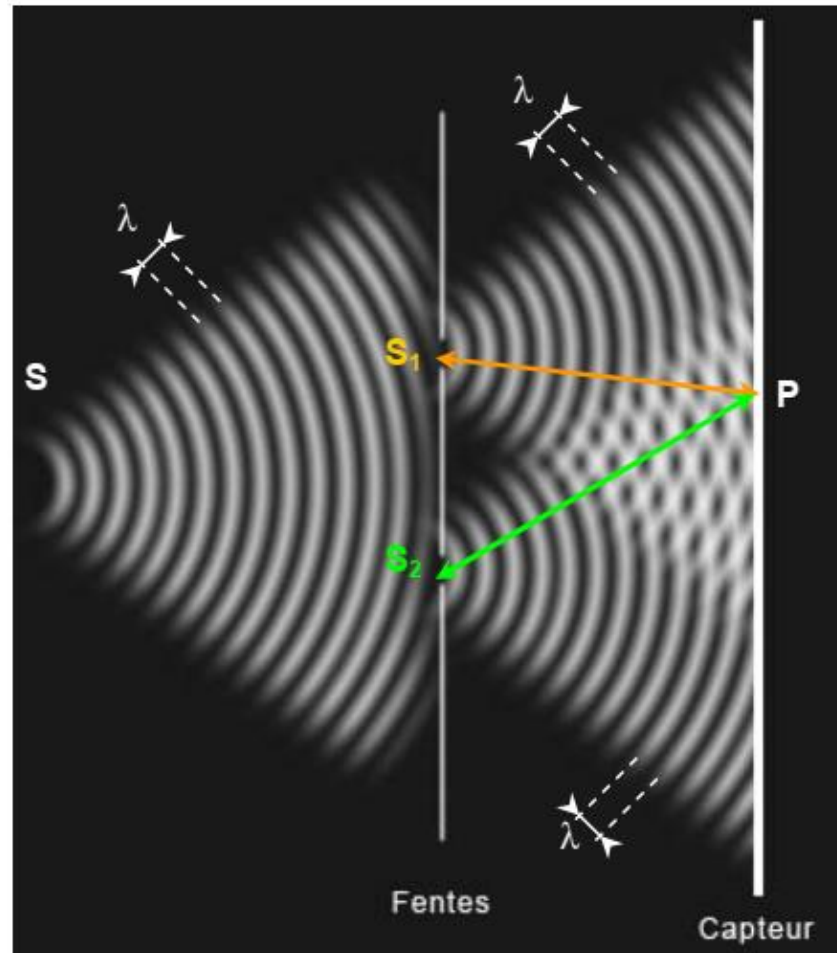
**DOC. 2**

**Figure de diffraction obtenue avec une fente verticale de largeur  $a$**



# I- Interférences entre deux ondes

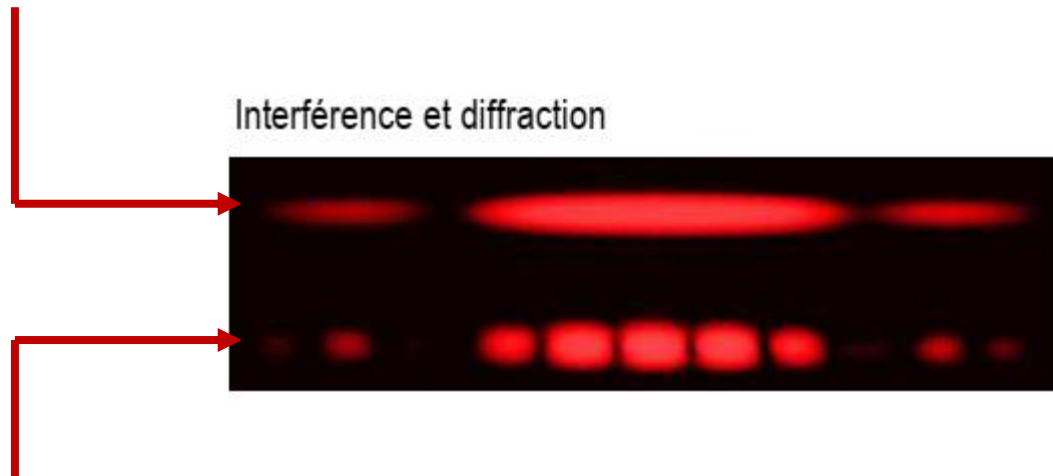
## Phénomène d'interférence



# I- Interférences entre deux ondes

## Phénomène d'interférence

Lorsqu'on fait passer une lumière monochromatique par une fente étroite, on observe une **figure de diffraction**



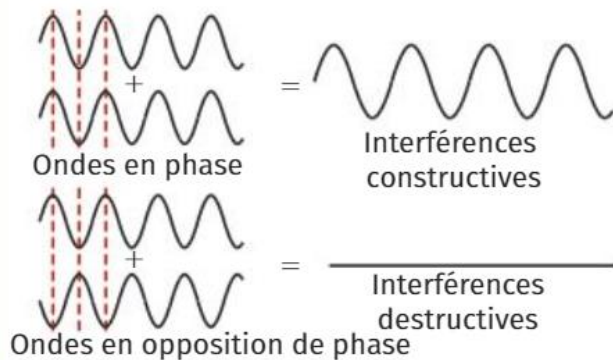
Si l'on fait passer cette lumière par deux fentes, on observe une **figure d'interférence**.

# I- Interférences entre deux ondes

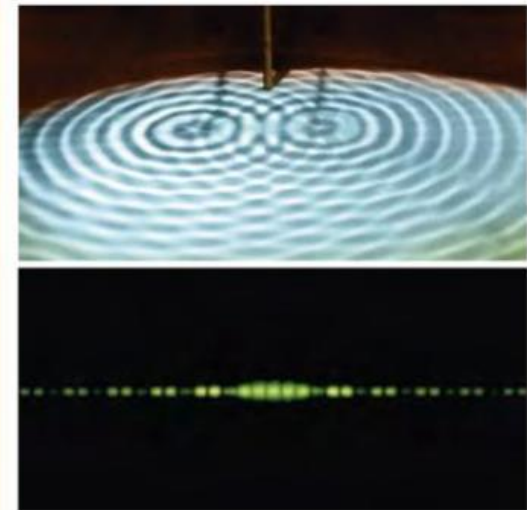
## Phénomène d'interférence

Deux ondes progressives sinusoïdales **synchrones** (de même fréquence), et de **déphasage** constant se superposent de façon stable : les sources sont dites **cohérentes** (**doc. 5**). Il est alors possible d'observer la formation de zones d'amplitude maximale ou minimale : ce sont des franges d'interférences. Les zones d'amplitude maximale (brillantes) correspondent à des interférences constructives et les zones d'amplitude minimale (sombres) à des interférences destructives (**doc. 6**).

### Doc. 5 Superposition d'ondes



### Doc. 6 Franges d'interférences

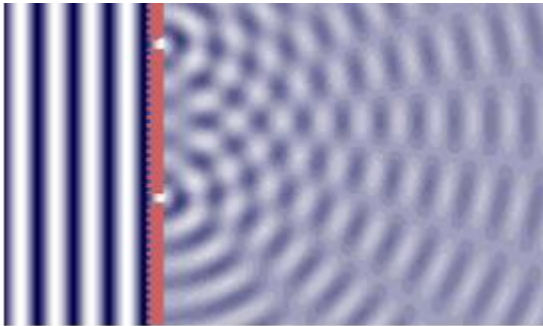


# I- Interférences entre deux ondes

## Phénomène d'interférence

Deux sources d'ondes vibrant à la même fréquence et avec un déphasage constant sont dites cohérentes. Les ondes produites par deux sources cohérentes se rencontrent et se superposent. L'état d'un point donné dépend de l'état vibratoire de chaque onde en ce point : c'est le phénomène d'interférences à deux ondes. On distingue deux situations remarquables :

- les ondes sont en opposition de phase, les interférences sont destructives ;

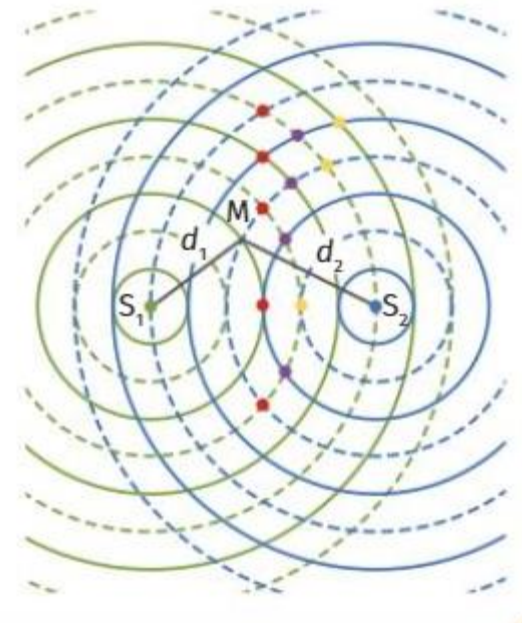


- les ondes ne sont pas en opposition de phase, les interférences sont constructives avec une situation extrême correspondant au cas où les deux ondes sont à leur extremum d'amplitude.

L'interférence de deux ondes cohérentes est schématisée ci-contre.

$d_1$  et  $d_2$  sont les distances entre un point de la surface et respectivement les sources 1 et 2.

La différence entre ces deux distances est appelée différence de chemin.



# I- Interférences entre deux ondes

## Franges et différence de chemin optique

Le caractère constructif ou destructif de la superposition de deux ondes en un point P dépend du retard d'une onde par rapport à l'autre ou, ce qui est équivalent, à la différence de trajet entre les deux ondes, appelée différence de chemin optique notée  $\delta$ .

Dans le cas de deux ondes sinusoïdales monochromatiques cohérentes (**doc. 7**), on remarque :

- des interférences constructives (franges brillantes) quand les ondes arrivent en phase (point P) :

$$\delta = S_1P - S_2P = k \cdot \lambda$$

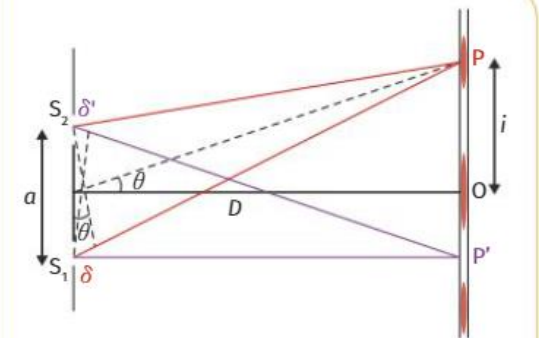
- des interférences destructives (franges sombres) quand les ondes arrivent en opposition de phase (point P') :

$$\delta' = S_1P' - S_2P' = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$$

Ici,  $k$  est un entier relatif {... ; -3 ; -2 ; -1 ; 0 ; +1 ; +2 ; +3 ...} et est appelé ordre d'interférences.

Schéma du dispositif des fentes d'Young

Doc. 7

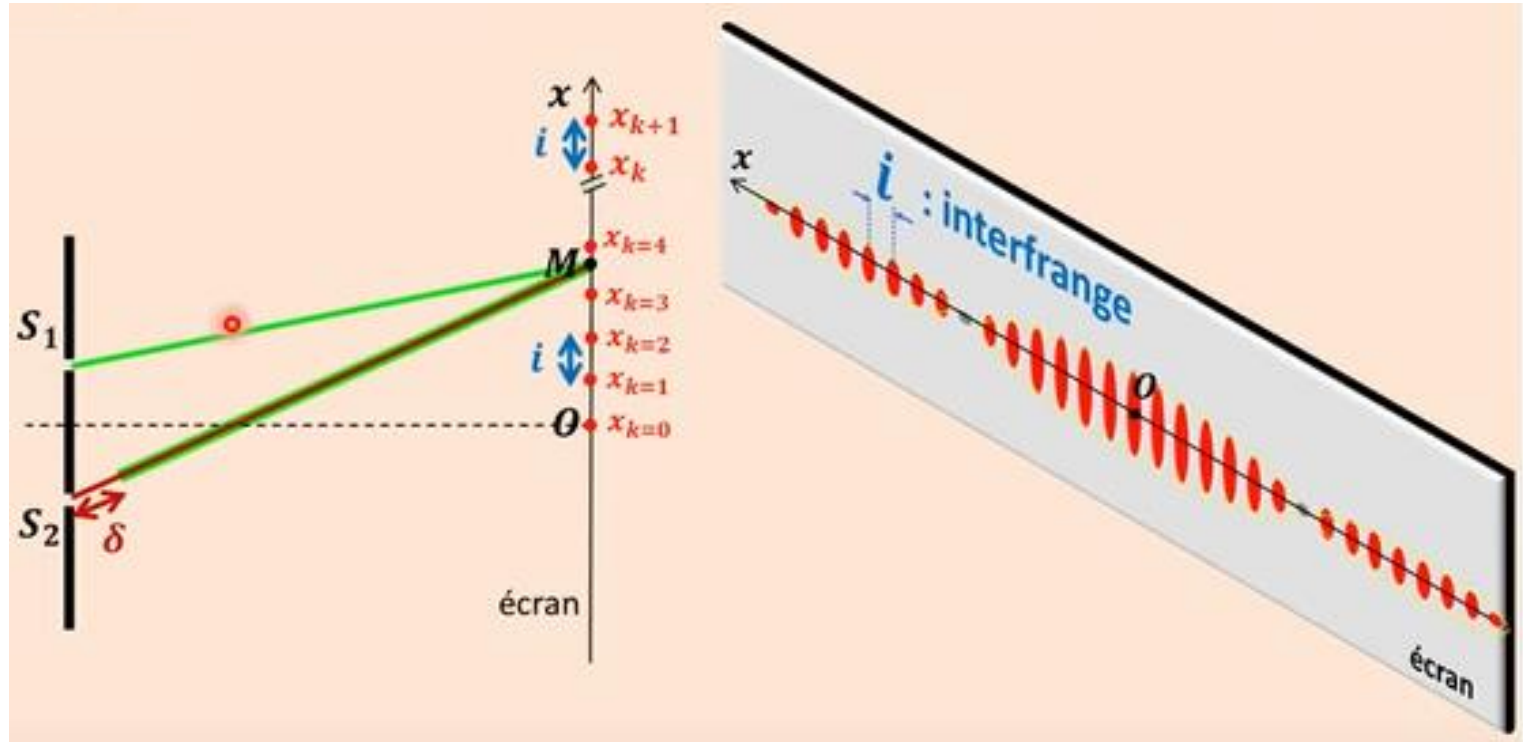


( $k = 1$  en P et  $k = -1$  en P')

$S_1$  et  $S_2$  : sources secondaires

# I- Interférences entre deux ondes

## Franges et différence de chemin optique

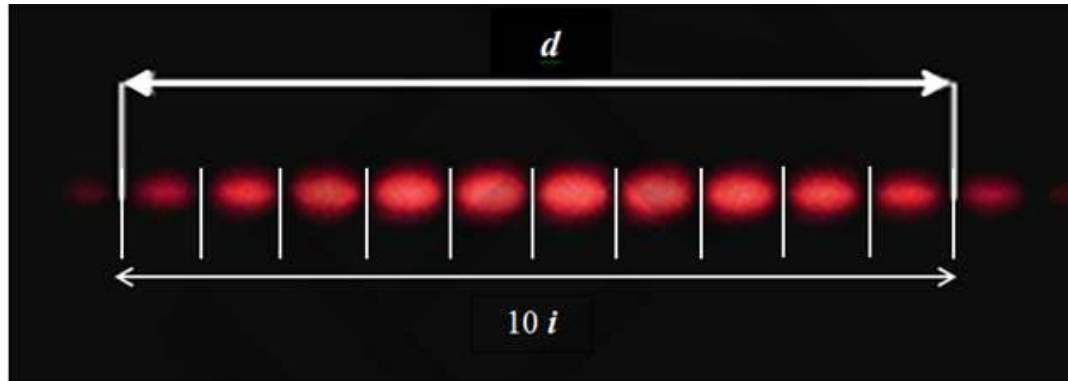


$x_{k=0}$  : la frange centrale ( $k=0$ ) : c'est une frange brillante

$x_{k=1}$  : la deuxième frange brillante

# I- Interférences entre deux ondes

## Interfrange



L'interfrange, notée  $i$ , est la distance minimale entre deux zones consécutives de même intensité lumineuse (**doc. 7**). Dans le cas du dispositif des fentes d'Young :

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

$i$  : interfrange (m)

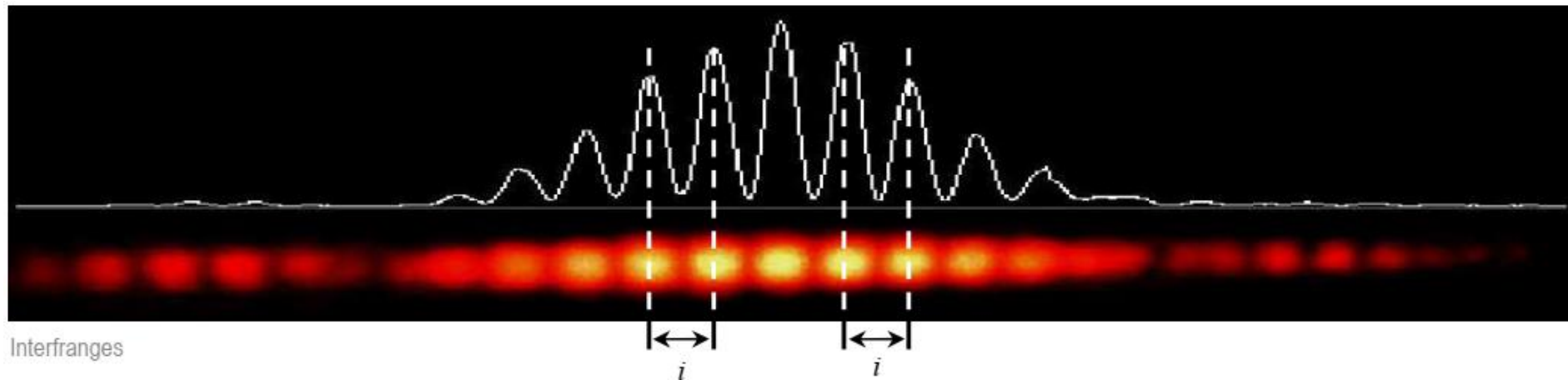
$\lambda$  : longueur d'onde (m)

$D$  : distance fentes-écran (m)

$a$  : distance entre les deux fentes (m)

# I- Interférences entre deux ondes

## Interfrange



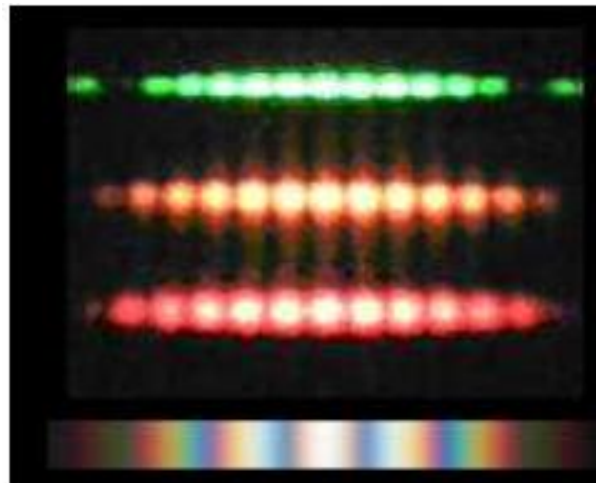
# I- Interférences entre deux ondes

## Interfrange

Avec une lumière polychromatique, chaque radiation forme une figure d'interférence, mais des radiations de fréquences différentes n'interfèrent pas entre elles.

La figure d'interférence observée est donc l'addition des figures d'interférence de toutes les radiations.

De plus, comme l'interfrange  $i$  dépend de la longueur d'onde, il change en fonction de la couleur du rayon. Ainsi, la figure d'interférence observée à l'écran pour une lumière polychromatique présente alors une tache centrale blanche, et des franges brillantes irisées de part et d'autre.



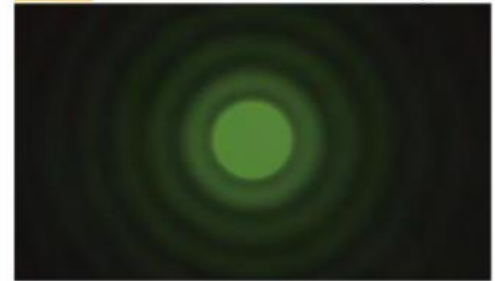
# I- Interférences entre deux ondes

## Application

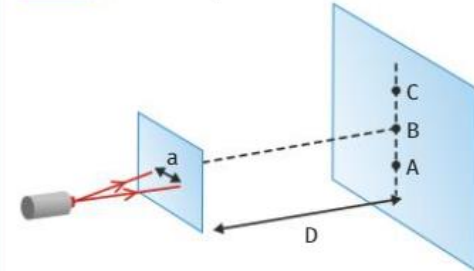
Un binôme d'élèves réalise l'expérience des trous d'Young en plaçant horizontalement deux petits trous proches l'un de l'autre. Lorsque le faisceau laser traverse un seul des trous, la figure obtenue est une figure de diffraction (**doc. 1**). Il s'agit d'une alternance de franges circulaires brillantes et sombres concentriques. Lorsque le laser traverse les deux trous, les figures de diffraction produites par chacun des trous se superposent alors sur l'écran (**doc. 3**).

1. Faire un schéma du dispositif expérimental.
2. Justifier que des interférences seront observées sur l'écran.
3. Les deux trous sont séparés d'une distance  $a = 0,20 \text{ mm}$ , éloignés de l'écran de  $D = 1,80 \text{ m}$ , et la longueur d'onde du laser est  $\lambda = 520 \text{ nm}$ . Calculer la valeur de l'interfrange  $i$ .
4. Préciser comment évolue la différence de chemin optique au niveau des points A, B et C (**doc. 2**).

**Doc. 1** Tache de diffraction d'Airy



**Doc. 2** Points équidistants des trous



**Doc. 3** Figure d'interférences



# I- Interférences entre deux ondes

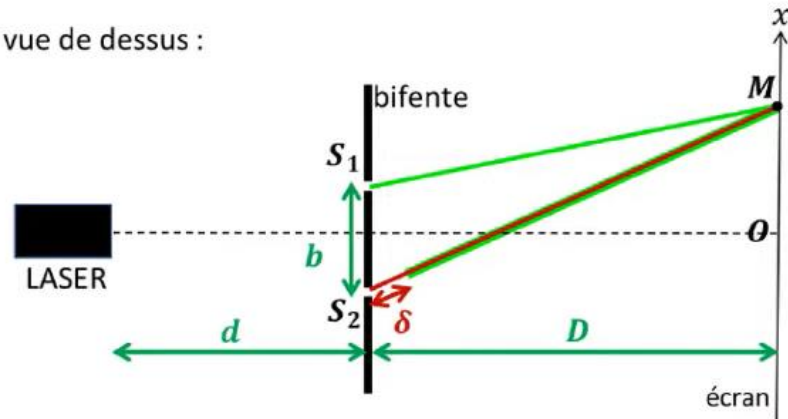
## Application

On réalise le dispositif schématisé ci-contre afin de produire des interférences lumineuses sur l'écran. Les deux fentes  $S_1$  et  $S_2$  ont la même largeur et sont distantes de  $b$ .

Données :

- interfente :  $b = 500 \mu\text{m}$
- $d = 20,0 \text{ cm}$      $D = 4,00 \text{ m}$
- $\lambda = 650 \text{ nm}$  (LASER rouge)
- différence de chemin optique entre les ondes issues de  $S_1$  et  $S_2$  au point M d'abscisse  $x$  :  $\delta = \frac{b \times x}{D}$

vue de dessus :



### Questions.

1. Justifier qu'on puisse observer des interférences lumineuses sur l'écran.
2. Au point O sur l'écran, la frange d'interférence est-elle brillante ou sombre ? Justifier sans calcul.
3. Schématiser la figure d'interférence vue à l'écran et y représenter l'interfrange  $i$ .
4. Établir l'expression de l'interfrange  $i$  en fonction de  $\lambda$ ,  $b$  et  $D$ .
5. Donner, en mm, la valeur de l'interfrange  $i$  obtenue avec le LASER rouge.
6. Le point M de l'écran est-il au centre d'une frange brillante ou d'une frange sombre si :  
a)  $x = 5,2 \text{ cm}$       b)  $x = 3,9 \text{ cm}$
7. Préciser comment varie l'interfrange dans les expériences suivantes successives, où l'on fait varier à chaque fois un seul paramètre :  
a) remplacement du LASER rouge par un LASER vert  
b) éloignement de l'écran de la bifente  
c) rapprochement du LASER de la bifente  
d) réduction de la distance entre les deux trous de la bifente