

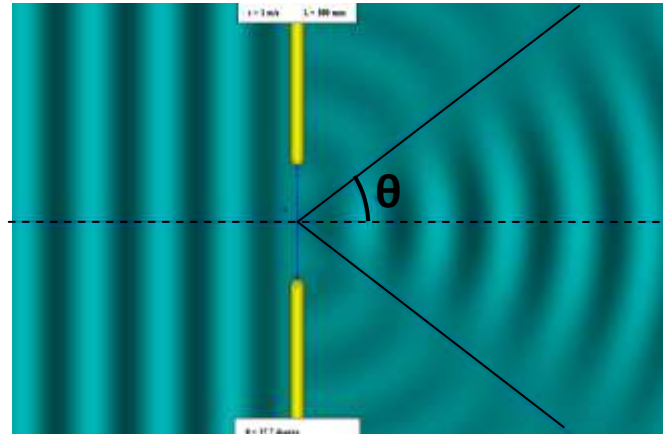
# Synthèse séquence 4 : propriétés des ondes

## 1. En quoi la diffraction est-elle une propriété d'une onde ?

### 1.1. Qu'est-ce que le phénomène de diffraction ?

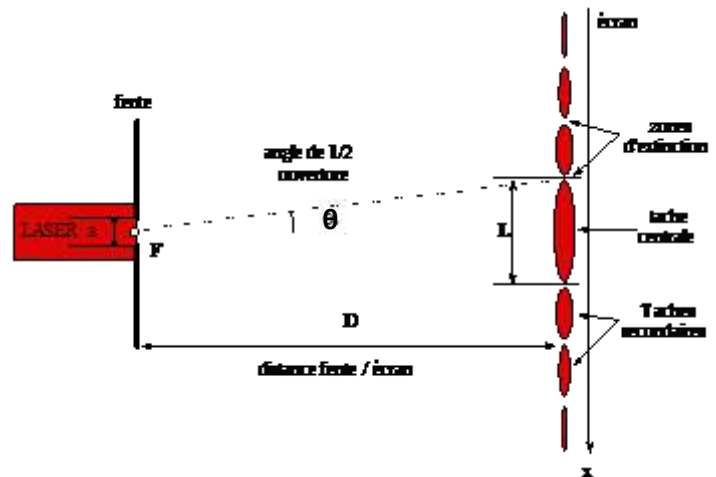
- Le phénomène de diffraction est la modification de la propagation d'une onde lors du passage par une ouverture ou un obstacle de dimension voisine de sa longueur d'onde, sans modification de sa fréquence ni de sa longueur d'onde.
- L'angle de demi-ouverture  $\theta$  est lié à la longueur d'onde  $\lambda$  et à la largeur  $a$  de l'ouverture par la relation :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$



### 1.2. Qu'observe-t-on dans le cas de la diffraction de la lumière par une fente ou un fil ?

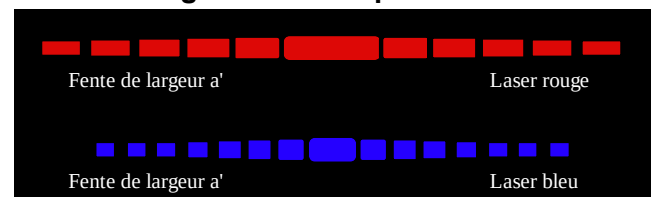
- La **figure de diffraction** de la lumière monochromatique présente des **taches lumineuses séparées par des zones d'ombre**.
- Les taches sont alignées sur une droite perpendiculaire à la direction du fil, et la figure est symétrique par rapport à l'axe du faisceau incident.
- Quand la dimension de l'objet diffractant diminue, les effets du phénomène de diffraction augmentent.
- Lorsque la longueur d'onde de la lumière incidente diminue, les effets du phénomène de diffraction diminuent.



#### Effet de la largeur de la fente ou du fil



#### Effet de la longueur d'onde pour une même fente

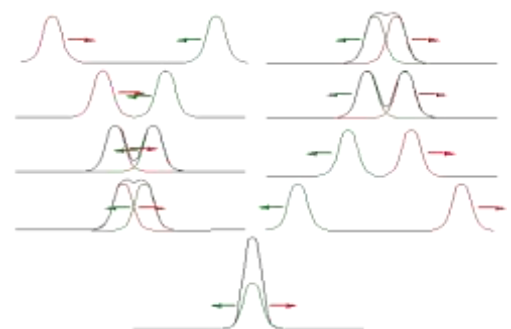


- La diffraction est typique d'une onde : des objets matériels en mouvement ne peuvent pas diffracter, ils peuvent soit passer par l'ouverture, soit être déviés par l'obstacle.

## 2. Quelles sont les effets de l'interférence de deux ondes ?

### 2.1. Que se passent-ils lorsque deux ondes se rencontrent ?

- Deux ondes qui se croisent poursuivent leur progression sans se perturber, elles se **superposent** : les perturbations provoquées par chacune des ondes s'additionnent en un point donné du milieu matériel.



## Synthèse séquence 4 : propriétés des ondes

### 2.2. A quelle condition deux ondes interfèrent-elles ?

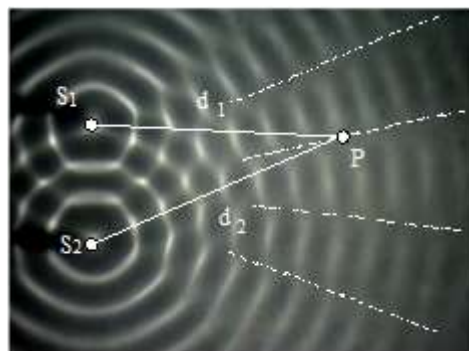
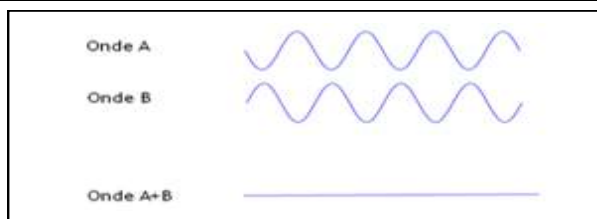
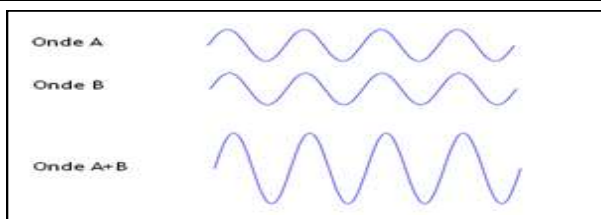
- Il y a interférence en tout point d'un milieu où deux ondes émises par des sources *cohérentes* se superposent. L'élongation résultante en un point est la somme des élongations des deux ondes en ce point.
- Deux sources sont cohérentes si elles émettent des ondes sinusoïdales de *même fréquence* et si le retard de l'une par rapport à l'autre ne varie pas au cours du temps. Elles ont alors un *déphasage* constant.
- On appelle *différence de marche*  $d$  au point  $M$  la différence de distance entre chacune des deux sources et le point  $M$  :  $d = S_2M - S_1M$ , dans des milieux homogènes. Si les milieux ne sont pas homogènes, il faut tenir compte de la différence de célérité entre les deux ondes.

Il y a **interférences constructives en un point  $M$**  lorsque deux ondes provenant de deux sources cohérentes **arrivent en phase** en ce point  $M$  : l'amplitude de la vibration résultante en  $M$  est maximale. Le retard entre les deux ondes au point  $M$  est égal à un nombre entier de périodes :

$$\tau = k.T$$

Il y a **interférences destructives en un point  $P$**  si les deux ondes **arrivent en opposition de phase** en ce point  $P$  : l'amplitude de la vibration résultante en  $P$  est minimale ou nulle. Le retard entre les deux ondes au point  $P$  est égal à un nombre entier de demi-périodes :

$$\tau = \left(k + \frac{1}{2}\right).T$$



Il y a **interférence constructive** en tout point du milieu où :

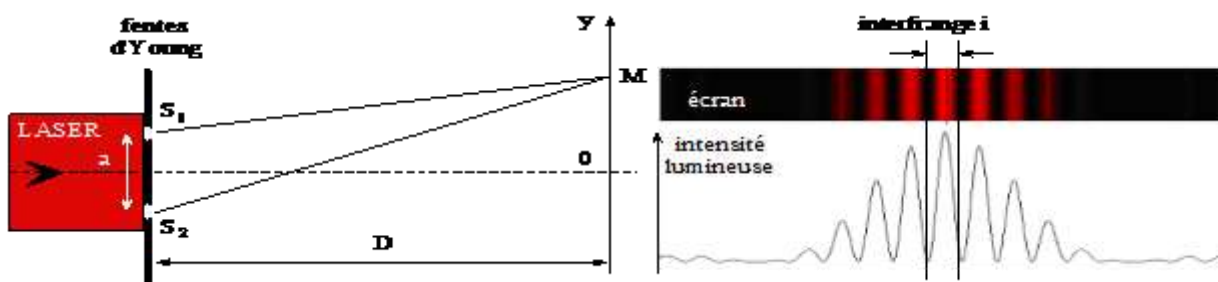
$$\delta = k.\lambda$$

Il y a **interférence destructive** en tout point du milieu où :

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right).\lambda$$

### 2.3. Comment interpréter la figure d'interférences de deux ondes lumineuses ?

- La figure d'interférences présente une alternance régulière de *franges sombres* et de *franges lumineuses*.



# Synthèse séquence 4 : propriétés des ondes

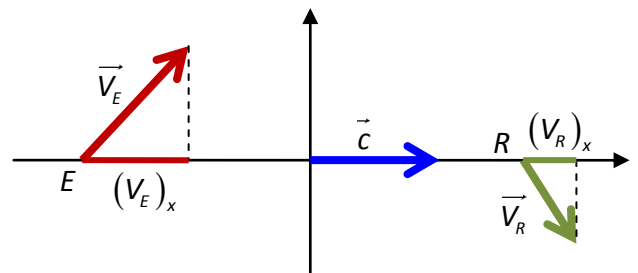
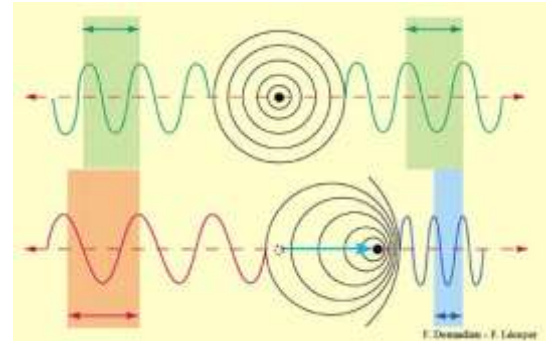
- L'interfrange  $i$  est la distance qui sépare les centres de deux franges sombres.
- Si  $e$  est l'écart entre les deux sources et  $D$  la distance entre l'écran et les sources, alors :

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

## 3. Comment utiliser l'effet Doppler pour déterminer une vitesse ?

### 3.1. Qu'est-ce que l'effet Doppler ?

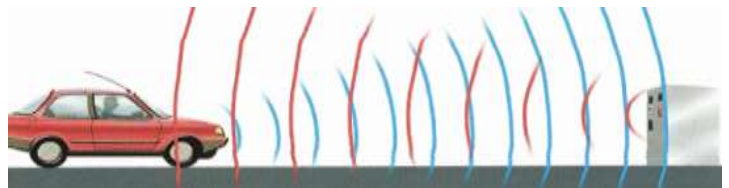
- **L'effet Doppler est le décalage de fréquence d'une onde entre la mesure à l'émission et la mesure à la réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps.**
- Lorsque l'émetteur s'éloigne du récepteur  $R_1$  situé à gauche, alors la fréquence des ondes perçues diminue.
- Lorsque l'émetteur se rapproche du récepteur situé à droite, alors la fréquence des ondes perçues augmente.
- Pour repérer les coordonnées des vecteurs vitesse, on choisit l'axe des abscisses dans le sens de la célérité de l'onde. On note  $(V_E)_x$  la coordonnée (positive ou négative) du vecteur vitesse de l'émetteur, et  $(V_R)_x$  celle du récepteur. La relation entre la fréquence de l'émetteur  $f_E$  et la fréquence du récepteur  $f_R$  est alors :



$$f_R = \frac{c - (V_R)_x}{c - (V_E)_x} f_E$$

### 3.2. Exemples d'utilisation de l'effet Doppler.

- **Radar cinémomètre** : la mesure de la fréquence de l'onde électromagnétique réfléchi permet de déterminer la vitesse  $v$  du véhicule.



- **En astrophysique** : lorsqu'un atome émet de la lumière, les **raies d'émission correspondent à des longueurs d'onde, donc des fréquences, précises.**
- Si l'atome qui émet la lumière est en mouvement, alors son spectre de raies est **décalé vers le rouge si l'atome s'éloigne (redshift)** parce que la fréquence perçue est inférieure à la fréquence émise, **ou décalé vers le bleu (blueshift) si l'atome s'approche.**
- En pratique, pour une étoile, c'est le **spectre d'absorption de l'atmosphère de l'étoile qui est décalé.**
- La mesure du décalage permet de déterminer la vitesse de la source.

|                    |         |            |
|--------------------|---------|------------|
| Stationary source  |         |            |
|                    | $v = 0$ | no shift   |
| Approaching source |         |            |
|                    | $v$     | blue shift |
| Receding source    |         |            |
|                    | $v$     | red shift  |