

### 1. Phénomène de diffraction

#### 1.1. Généralités

• **Définition** : la diffraction correspond au changement de direction de propagation d'une onde qui rencontre un obstacle ou une ouverture de petite dimension (par rapport à sa longueur d'onde).

• Plus la taille de l'obstacle ou de l'ouverture est faible et plus le phénomène est marqué.

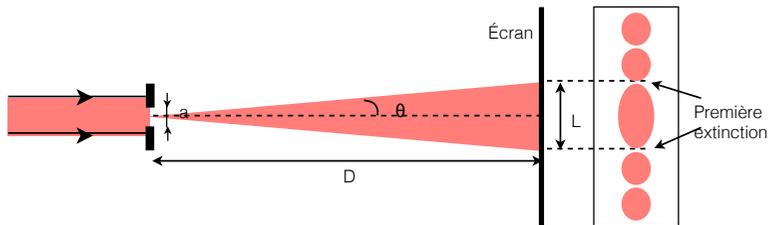
• L'onde diffractée a la même fréquence que l'onde incidente (et la même longueur d'onde si le milieu ne change pas).

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

avec  $\theta$  le demi-angle au sommet en rad  
 $\lambda$  la longueur d'onde (m)  
 $a$  la largeur de l'obstacle (m).

#### 1.2. Diffraction des ondes lumineuses

• Puisque la lumière d'un laser peut être diffractée, on en déduit que la lumière monochromatique est une onde qui se propage. On peut donc lui associer les propriétés des ondes.

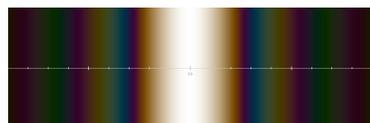


• Détermination de  $\theta$  :

$$\theta \simeq \tan(\theta) = \frac{\sin(\theta)}{\cos(\theta)} = \frac{L}{2D}$$

#### 1.3. Diffraction en lumière blanche

• La figure de diffraction obtenue avec de la lumière blanche est la superposition des figures de diffraction de toutes les ondes la composant : elle présente des irisations.

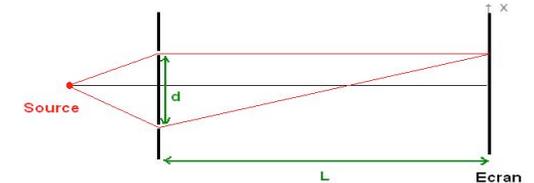


### 2. Les interférences

• Lorsque deux ondes de même nature se superposent, l'amplitude résultante varie dans l'espace : on dit qu'il y a des **interférences**.

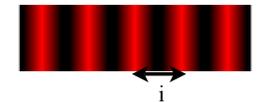
• Dans la suite on étudie 2 ondes de même longueur d'onde.

• Pour obtenir et étudier des interférences, on utilise une seule source que l'on divise comme dans le cas des **trous d'Young**.

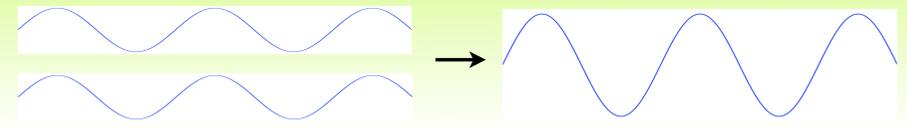


• La différence de distance parcourue par les deux rayons est la **différence de marche**.

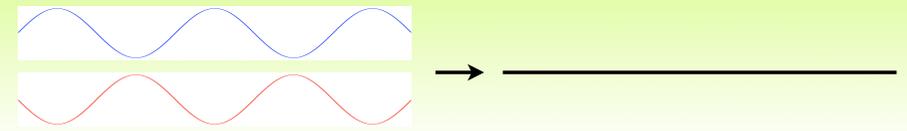
• La **distance** entre 2 zones consécutives de même nature est l'**interfrange**.



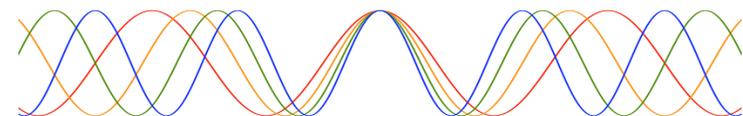
• Si les ondes sont en phase (**décalées de  $k\lambda$ ,  $k$  entier**), les interférences sont constructives : l'amplitude est augmentée.



• Si les ondes sont en opposition de phase (**décalées de  $(2k+1)\lambda$ ,  $k$  entier**), les interférences sont destructives : l'amplitude est annulée.



• Si des interférences ont lieu avec plusieurs longueurs d'ondes simultanément, on observe des **couleurs interférentielles**.



### 3. L'effet Doppler

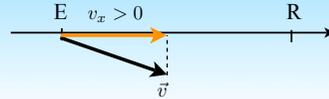
- L'effet Doppler est la variation de la fréquence d'une onde reçue par rapport à l'onde émise lorsque l'émetteur et le récepteur sont en mouvement l'un par rapport à l'autre.

- Formule :

$$f_r = f_e \left( 1 + \frac{v_x}{c} \right)$$

$v_x$  est la projection de la vitesse sur la direction (ER)  
 $c$  la célérité de l'onde

- Si E et R se rapprochent,  $v_x > 0$  et  $f_r > f_e$   
Si E et R s'éloignent,  $v_x < 0$  et  $f_r < f_e$



On a donc :  $f_r = f_e \left( 1 - \frac{|v_x|}{c} \right)$  si E et R s'éloignent

$f_r = f_e \left( 1 + \frac{|v_x|}{c} \right)$  si E et R se rapprochent

- Le décalage Doppler est donc  $\delta f = f_r - f_e = f \frac{v_x}{c}$  qui est positif ou négatif selon que  $v_x$  est positif ou négatif.

- Dans le cas d'un réflecteur, la formule devient :  $f_r = f_e \left( 1 + \frac{2 v_x}{c} \right)$ .

- Application à l'astrophysique

L'effet Doppler s'applique également aux ondes électromagnétiques. L'étude des positions des raies des étoiles permet d'en connaître la composition. Souvent, ces raies sont décalées : le décalage des raies par rapport à leur position eu repos permet de déterminer la vitesse de l'étoile émettrice par rapport à la Terre. Très souvent ces raies sont décalées vers les plus faibles fréquences, c'est ce que l'on appelle le **décalage vers le rouge** (redshift, sous-entendu pour les ondes visibles) qui a été considéré comme une preuve de l'expansion de l'univers.