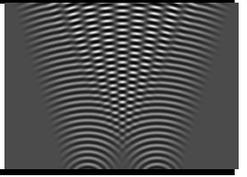


# INTERFERENCES DES ULTRASONS



## OBJECTIFS

- ✓ Mettre en évidence le phénomène d'interférence pour les ondes.
- ✓ Mesurer l'interfrange.
- ✓ Obtenir expérimentalement la longueur d'onde des ultrasons.

## MATERIEL

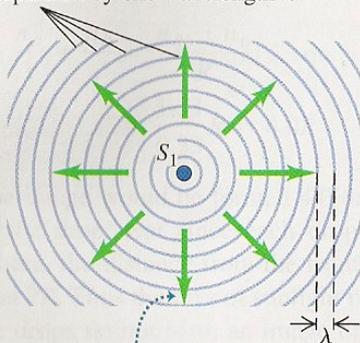
- ✓ Emetteur d'ultrasons à 40 kHz, interrupteurs
- ✓ Récepteur d'ultrasons
- ✓ Oscilloscope
- ✓ Alimentation
- ✓ Fils de connexion
- ✓ Règle graduée

## 1. LE PHENOMENE D'INTERFERENCE: RAPPELS ET COMPLEMENTS

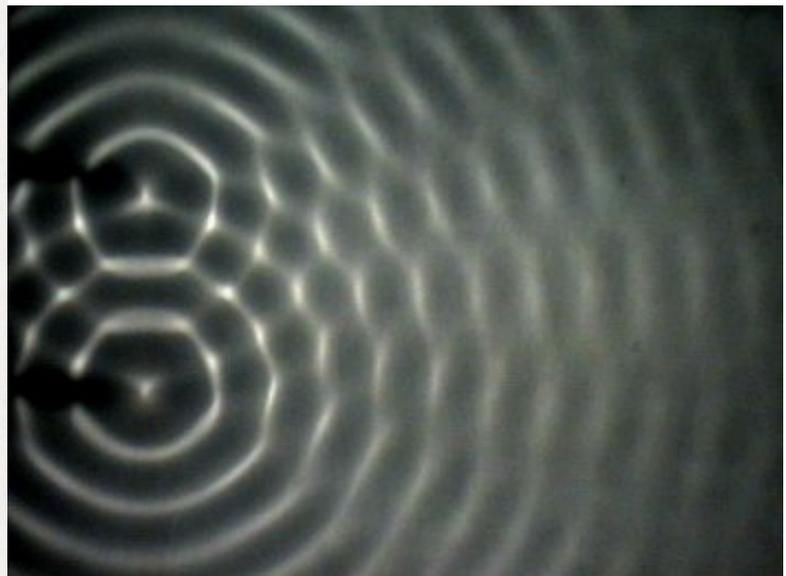
Dans le cours, nous avons étudié le phénomène d'interférence de deux ondes synchrones se propageant uniquement suivant une direction. Mais dans le cas général les ondes se propagent dans **deux ou trois directions de l'espace**. Les émetteurs d'ultrasons produisent des ondes qui se propagent dans les trois directions de l'espace. Si l'on travaille uniquement sur le plan de la paillasse de la salle de TP, comme cela va être le cas, nous aurons à faire à des ondes se propageant dans deux directions de l'espace, **on parle d'ondes circulaires** (cf. figure ci-dessous à gauche). On aura le même type d'onde à la surface d'un lac lorsque l'on y jette un caillou ou lorsque l'on utilise la « cuve à onde » en TP (cf. Figure ci-dessous à droite).

**35.1** A "snapshot" of sinusoidal waves of frequency  $f$  and wavelength  $\lambda$  spreading out from source  $S_1$  in all directions.

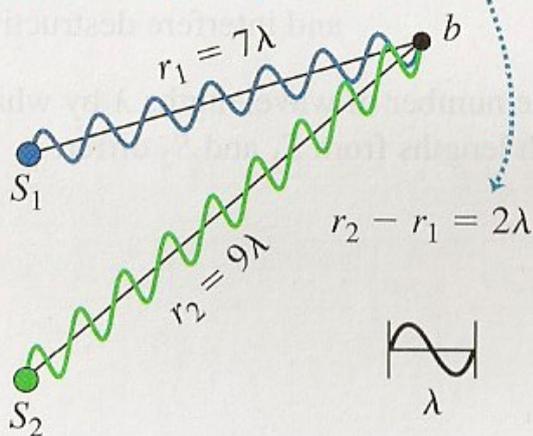
Wave fronts: crests of the wave (frequency  $f$ ) separated by one wavelength  $\lambda$



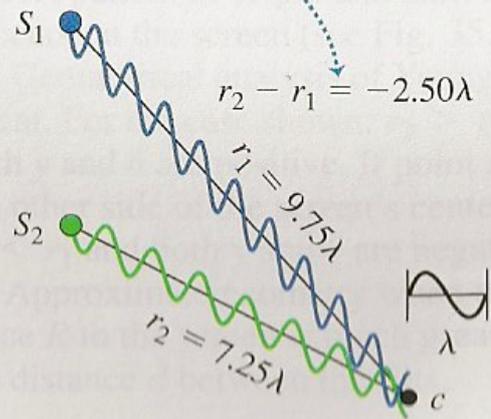
The wave fronts move outward from source  $S_1$  at the wave speed  $v = f\lambda$ .



(b) Conditions for constructive interference: Waves interfere constructively if their path lengths differ by an integral number of wavelengths:  $r_2 - r_1 = m\lambda$ .



(c) Conditions for destructive interference: Waves interfere destructively if their path lengths differ by a half-integral number of wavelengths:  $r_2 - r_1 = (m + \frac{1}{2})\lambda$ .



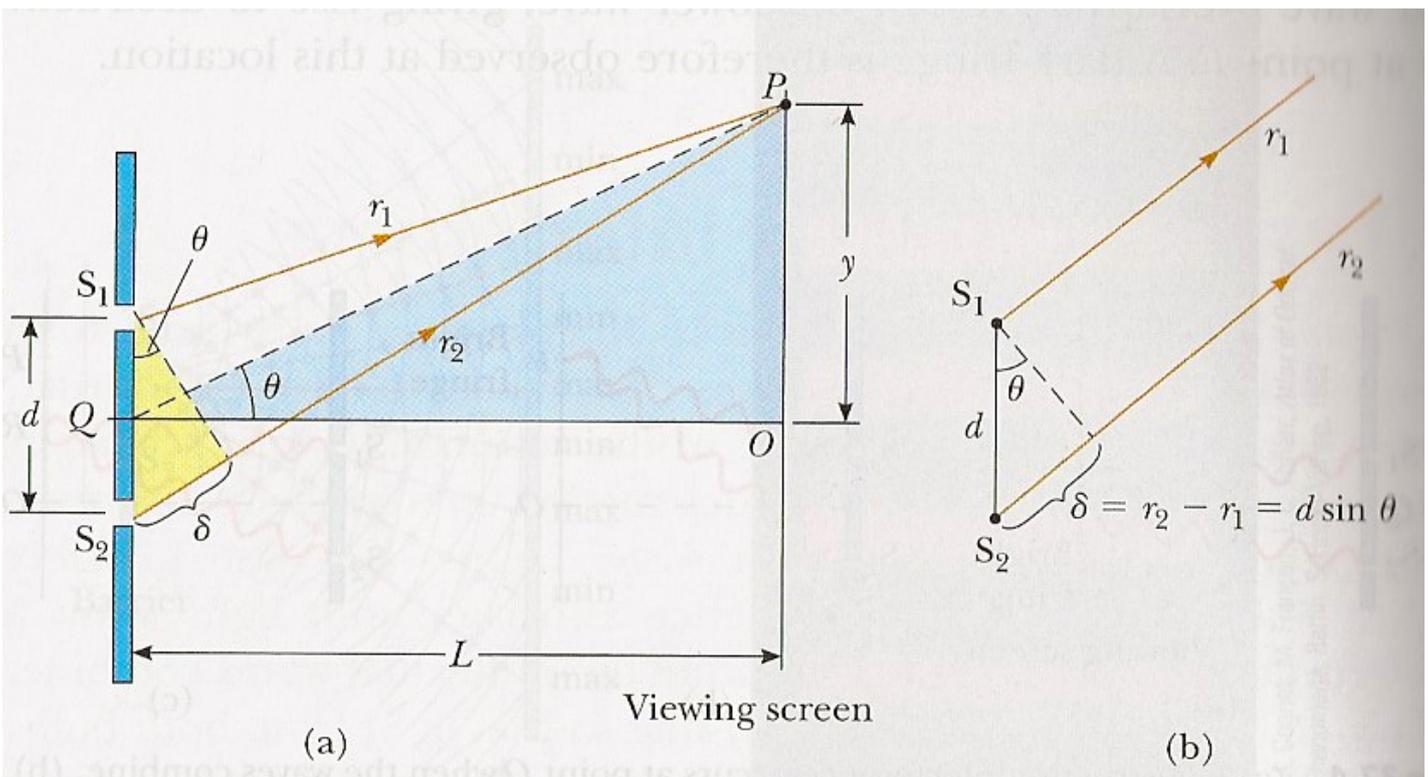
Considérons les figures ci-dessus où deux sources synchrones émettent des ondes dans toutes les directions de l'espace. On s'intéresse à l'onde résultante en un point  $P$  quelconque de l'espace. La **différence de marche** en  $P$  s'écrit à présent  $\Delta r = r_2 - r_1$ . Le déphasage correspondant vaudra

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta r \quad (\text{ici les deux sources sont supposées identiques donc } \Delta\phi_0).$$

⇒ Si  $r_2 - r_1 = n\lambda$  (avec  $n$  entier), il y aura **interférence constructive** en  $P$ , les ondes se renforcent.

⇒ Si  $r_2 - r_1 = (n + 1/2)\lambda$  (avec  $n$  entier), il y aura **interférences destructives** en  $P$ , les ondes se détruisent.

Calculons à présent  $\Delta r = r_2 - r_1$  plus en détail en utilisant la figure ci-dessous.



On va se placer dans le cas où la distance  $S_2S_1$  entre les deux sources est inférieure à la distance  $L$ .

On cherche à calculer la différence de marche en un point  $P$  situé sur un plan perpendiculaire à l'axe de symétrie des sources et repéré par la coordonnée  $y$ . Si  $S_2S_1 = d \ll L$ , on peut considérer que les directions de propagation des deux ondes sont quasi parallèles. Dans ce cas, on a immédiatement (cf. figure ci-dessus) que  $r_2 - r_1 = d \sin \theta$ . La différence de marche  $r_2 - r_1$  est souvent notée par la lettre grecque  $\delta$  surtout en optique comme vous le verrez dans le cours de PT.

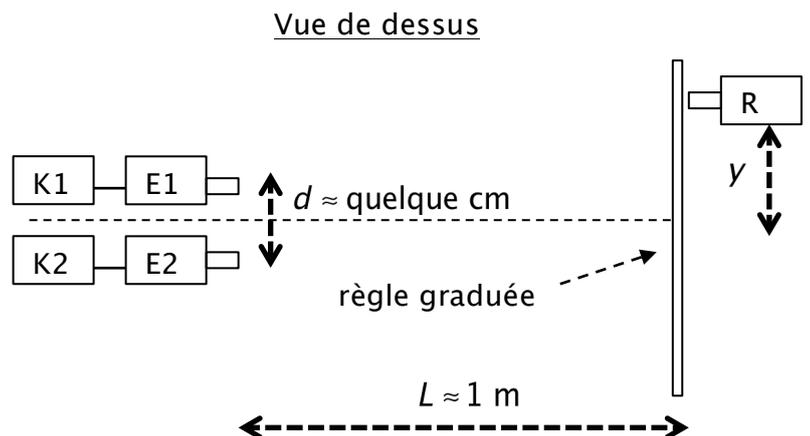
L'angle  $\theta$  est donné par  $\tan \theta = y/L$ . Si les angles sont faibles  $\tan \theta \approx \theta$  et  $\sin \theta \approx \theta$ , dans ce cas la différence de marche vaut :

$$r_2 - r_1 \approx \frac{dy}{L} \Rightarrow \text{différence de marche si } \theta \text{ faible}$$

## 2. ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA LARGEUR D'UNE FENTE SUR LA LARGEUR ANGULAIRE, LONGUEUR D'ONDE DU LASER ET LARGEUR D'UNE FENTE

### Procédure expérimentale

- Deux émetteurs  $E_1$  et  $E_2$  ultrasonores sont branchés sur le même GBF qui délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence  $f = 40 \text{ Hz}$ .
- Deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  permettent d'alimenter ensemble ou séparément les deux émetteurs.
- Un récepteur  $R$ , relié à un oscilloscope, peut se déplacer le long d'une règle, perpendiculaire à l'axe de symétrie du montage.



### Exploitation

- 1) Relever vos valeurs de  $d$  et de  $L$ .

2) Seul  $K_1$  (ou  $K_2$ ) est fermé. Déplacer  $R$  le long de la règle graduée et noter ce que vous observez sur l'oscilloscope. Le déplacement du récepteur ne doit pas être trop important de part et d'autre de l'axe de symétrie afin que l'angle  $\theta$  sous lequel on observe les interférences ne soit pas trop important.

3) Les deux interrupteurs sont fermés. Déplacer  $R$  le long de la règle graduée et constater l'existence de minimums et de maximums sur l'oscilloscope. Comparer au cas précédent. Conclusion.

4) On appelle **interfrange**, en général notée  $i$ , la distance entre deux maximums ou deux minimums successifs. Calculer l'interfrange grâce aux compléments de la partie 1.

5) Proposer une méthode pour déterminer le plus précisément possible l'interfrange. Comparer la valeur mesurée à la valeur calculée.

6) En déduire la longueur d'onde  $\lambda$  des ultrasons. Comparer à la valeur obtenue au TP sur les ondes progressives (par vous-même ou par vos camarades). Déterminer la vitesse des ultrasons dans l'air dans les conditions de l'expérience.