

Interférence des ondes mécaniques

1. SUPERPOSITION DE DEUX ÉBRANLEMENTS.

1.1 Animations.

Les deux animations qui suivent montrent deux ébranlements qui se propagent à travers un milieu unidirectionnel.

A la rencontre les deux ébranlements se chevauchent on dit qu'il: **s'interfèrent**.

Après la rencontre les deux ébranlements poursuivent leurs propagations sans aucune modification de leurs caractéristiques (amplitude, durée, vitesse,)

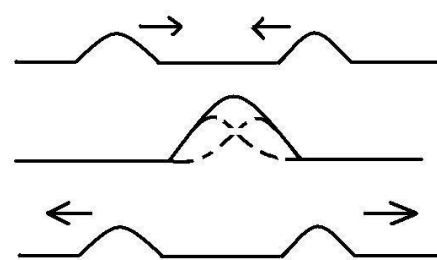
1.2 Principe de superposition.

Les effets de petits ébranlements arrivent simultanément en un point M d'un milieu propagateur, s'ajoutent algébriquement

Désignons par : $y_{1M}(t)$ l'élongation produite par l'ébranlement E_1 seule au point M.

$y_{2M}(t)$ l'élongation produite par l'ébranlement E_2 seule au point M.

A la rencontre l'élongation du points M sera : **$y_M(t) = y_{1M}(t) + y_{2M}(t)$** .



RENCONTRE DE DEUX PERTURBATIONS

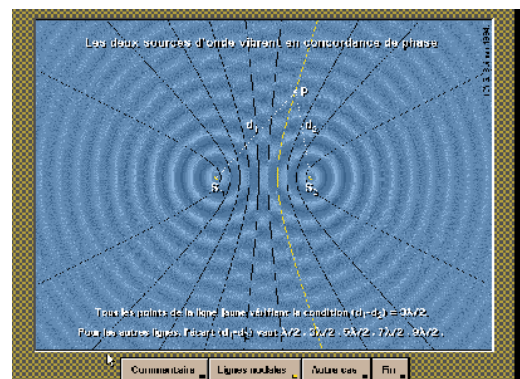
2. INTERFÉRENCE A LA SURFACE LIBRE D'UN LIQUIDE.

2.1 Condition:

Pour avoir le phénomène d'interférence les sources doivent être synchrones et gardent le même déphasage au cours du temps : Ils doivent être **cohérente**.

2.2 La cuve à onde:

A l'aide d'une cuve à onde on met en évidence le phénomène d'interférence des ondes mécaniques, la fourche constitue deux sources S_1 et S_2 vibrant en phase, avec la même amplitude et la même fréquence.



2.2.1 Observation à la lumière continue:

A la surface du liquide : Des rides hyperboliques dont la centrale est une droite.

Sur l'écran: Des lignes hyperbolique alternativement clair et sombre, ces lignes sont appelées les franges d'interférences.

On note que sur les segment S_1S_2 les franges sont pratiquement des segments de droites.

2.2.2 Observation à la lumière stroboscopique:

Pour une période des éclairs $T_e = kT$ la surface du liquide paraît immobile, elle est formée par deux familles des rides circulaire concentriques, l'image obtenue sur l'écran est claire et nette, ce qui prouve que tout les points du liquide vibrent avec la même fréquence que le vibreur lui même paraît immobile.

Pour une période des éclairs T_e légèrement supérieur à kT , on observe à la surface du liquide des rides circulaire qui naissent au niveau de S_1 et S_2 , s'élargissent et se superposent sans être déformées.

En effet les ondes issues des sources S_1 et S_2 se superposent on dit qu'ils s'interfèrent, la zone ou se produit l'interférence est appelée le champ d'interférence.

2.3 Interprétation du phénomène d'interférence:

2.3.1 Nature du mouvement d'un point du champ d'interférence.

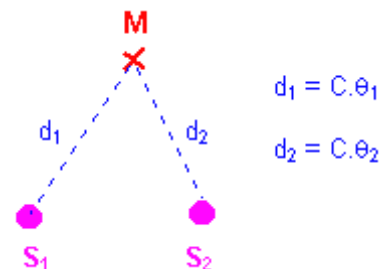
Considérons les interférence à la surface d'un liquide sont obtenus à l'aide de deux sources S_1 et S_2 dont l'élongation à chaque instant est donnée par : $y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = a \sin(\omega t)$ (en prend la phase initiale nulle de chaque source pour simplifier les calculs) générant deux ondes qui se propagent avec une célérité C et une longueur d'onde λ .

Considérons un point M du champ d'interférence se trouvant à la distance d_1 de la source S_1 et à la distance d_2 de la source S_2

Si la source S_1 existe seule, l'onde met un retard q_1 pour atteindre le point M , d'où sont élongation sera $y_{1M}(t) = y_{S_1}(t - q_1)$

- Si la source S_2 existe seule, l'onde met un retard q_2 pour atteindre le point M , d'où sont élongation sera $y_{2M}(t) = y_{S_2}(t - q_2)$.

- Lorsque les deux sources existent en même temps les ondes se superposent au point M , l'élongation de celui ci d'après le principe de superposition sera :



$$y_M(t) = a \sin\left(\omega t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) + a \sin\left(\omega t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

$$y_M(t) = 2a \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\right] \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1)\right) \quad \text{avec} \quad \Phi = -\frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1)$$

Cette équation montre que chaque point du champ d'interférence est animé d'un mouvement rectiligne sinusoidal

d'amplitude $A = 2a \cos\left(\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\right)$ dépendant de sa position et de phase initiale.

Par conséquent, la superposition est une onde sinusoïdale de la forme:

$$y_M(t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

2.3.2 Cas particuliers

$A = 2a$, M se met à vibrer avec une amplitude maximale. Les deux ondes arrivent au point M en phase.

$A = 0$, les ondes atteignent le point M en opposition de phase.

Donc il existe dans le champ d'interférence des points qui vibrent avec une amplitude maximale par contre d'autres sont au repos.