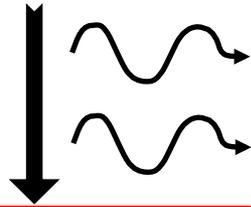


**Principe de Superposition**

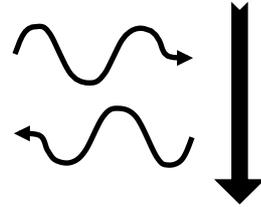
Quand une ou plusieurs ondes sont simultanément présentes en un point de l'espace, à un instant donnée, la perturbation résultante du milieu, en ce point et à ce même instant, est la somme des perturbations de chaque onde individuelle. D'un point de vue mathématique, la fonction d'onde totale est la somme des fonctions d'onde individuelle :

$$S_{tot}(x,t) = S_1(x,t) + S_2(x,t) + \dots = \sum_i S_i(x,t)$$

Superposition de deux ondes de même fréquence voyageant dans la même direction:  
**INTERFERENCES**  
L'onde progresse.



Superposition de deux ondes de même fréquence voyageant dans deux directions opposées:  
**ONDE STATIONNAIRE**  
L'onde ne progresse plus, pas de transport d'énergie.



$$S_{tot} = A \sin(kx_1 - \omega t + \phi_{10}) + A \sin(kx_2 - \omega t + \phi_{20})$$

$$= \underbrace{\left[ 2A \cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) \right]}_{\text{amplitude}} \sin\left(kx_{moy} - \omega t + (\phi_0)_{moy}\right)$$

$$\sin a + \sin b = 2 \sin\left(\frac{a+b}{2}\right) \cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$$

$$S_{stat} = A \sin(kx + \omega t) + A \sin(kx - \omega t)$$

$$= \underbrace{\left[ 2A \sin(kx) \right]}_{\text{amplitude}} \cos(\omega t)$$

Grandeur importante

Différence de phase

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} (x_2 - x_1) + (\phi_{20} - \phi_{10})$$

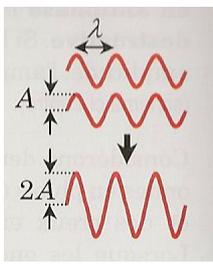
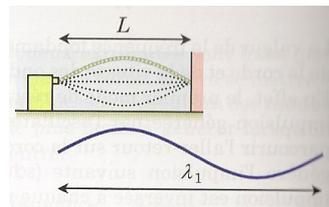
$\Delta x = \text{différence de marche}$      $\Delta\phi_0 = \text{différence de phase à l'origine}$

Position des **nœuds**:  
amplitude nulle

$$x_{noeud} = n \frac{\lambda}{2} \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Position des **ventres**:  
amplitude maximale

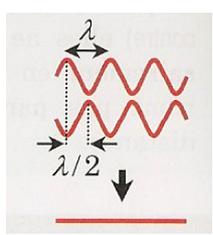
$$x_{ventre} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2}$$



Interférences constructives

$$\Delta\phi = n \times 2\pi \quad \text{avec } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

(ou  $\Delta x = n \times \lambda$  si  $\Delta\phi_0 = 0$ )



Interférences destructives

$$\Delta\phi = (2n + 1) \times \pi \quad \text{avec } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

(ou  $\Delta x = \left(n + \frac{1}{2}\right) \times \lambda$  si  $\Delta\phi_0 = 0$ )

Corde attachée aux deux extrémités: **MODES PROPRES**

Longueurs d'onde autorisées

$$\lambda_n = \frac{2\ell}{n} \quad \text{avec } n = 1, 2, 3, \dots$$

Fréquences autorisées

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{2\ell/n} = n \frac{v}{2\ell} \quad \text{avec } n = 1, 2, 3, \dots$$

