PC RESUME PO1: introduction physique des ondes

CORDES VIBRANTES Elles vérifient l'équation de D'Alembert $\boxed{\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}=\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}}$ avec la célérité $\boxed{c=\sqrt{\frac{T_0}{\mu}}}$.

ONDES PLANES STATIONNAIRES (OPS)

Une onde est stationnaire si **les variables d'espace et de temps sont découplées**. Elle a donc la, forme **y(x,t) = F(x) G(t).**

Les solutions stationnaires de l'équation de D'Alembert sont de la forme :
$y(x,t)=a\sin(k.x+\varphi_1)\sin(\omega.t+\varphi_2)$

Les lieux d'amplitude maximale s'appellent **des ventres de vibration**. Les lieux d'amplitude minimale **des nœuds** de vibration.

Les nœuds sont distants de λ/2 comme le sont les ventres. **Un nœud et un ventre successif sont séparés de λ/4.**

OSCILLATIONS LIBRES D'UNE CORDE FIXEE AUX DEUX EXTREMITES

On appelle **mode propre** d'oscillations de la corde les ondes stationnaires sinusoïdales qui satisfont à ses conditions limites.

Longueurs d'onde et pulsations propres sont quantifiées $\boxed{\lambda_n=\frac{2L}{n}}$ et $\boxed{\omega_n=n\frac{\pi c}{L}}$.

OSCILLATIONS FORCEES D'UNE CORDE FIXEE A UNE EXTREMITE: RESONANCE

Un vibreur lui impose des **oscillations forcées** de pulsation ω **(Oscillations forcées à distinguer des oscillations libres).**

Après un transitoire, la corde effectue des oscillations qui forment **des fuseaux d'ondes stationnaires** (présence de noeuds et de ventres), où on distingue deux cas :

- **pour des fréquences particulières correspondant aux fréquences propres** les fuseaux sont amples, bien supérieurs à l'amplitude imposée par le vibreur. Le vibreur apparaît alors pratiquement comme un nœud de vibration. On dit qu'il y a **résonance**.
- pour les autres fréquences, l'oscillation forcée se fait sans résonance.

VIBRATIONS DANS LES SOLIDES : Loi de Hooke module de Young

La propagation des ondes dans les solides est un phénomène qui dépend des **propriétés élastiques des matériaux caractérisées par le module d'Young E qui intervient dans la loi de Hooke :** $\boxed{\frac{\Delta L}{L}=\frac{1}{E}\frac{F}{S}}$. $\frac{\Delta L}{L}$ est l'allongement relatif, F la force appliquée et **E le module de Young** (Pa). Rem : $F=ES\frac{\Delta L}{L}$ décrit le comportement d' un ressort. E intervient dans sa raideur. Plus E est grand, moins le matériau est élastique par traction longitudinale, plus il est « raide » (cf. raideur d'un ressort).

NOTION D'ONDE PROGRESSIVE

Généralités

Un phénomène physique associé à la grandeur écrite $s(x - ct), s(x + ct), s(t - \frac{x}{c})$ ou $s(t + \frac{x}{c})$ est une **onde progressive se propageant dans la direction Ox. L**a présence d'un terme de retard dans s(M,t) caractérise l'onde progressive.
Rem : Pour une fonction quelconque s(t) on ne parle pas de vitesse de phase (qui est associée à une fonction sinusoïdale).

Une surface d'onde est la surface continue formée des points dans le même état physique en même temps.

Si la source émet un signal périodique de **période temporelle T**, on définit une **période spatiale** λ. **La longueur d'onde** λ **est la distance parcourue par l'onde en une période spatiale. Elle vérifie** $\boxed{\lambda = cT}$ **si c est la célérité de l'onde.**

Onde progressive plane (OPP)

Ses surfaces d'onde sont **des plans parallèles**. **La direction orthogonale aux plans d'onde est la direction de propagation.** Elle est orientée par le vecteur unitaire $\vec{u}$.

L'onde plane progressive peut alors être décrite par: $\boxed{s(t,M) = s(t - \frac{\vec{OM}.\vec{u}}{c})}$

Rem: L'onde plane est un modèle qui décrit, loin de la source, à une onde sphérique.

Onde progressive plane sinusoïdale ou monochromatique (OPPM)

s est alors sinusoïdale de période T et de fréquence f. On a:

$$\boxed{s(t,M) = A\cos\omega(t - \frac{\vec{OM}.\vec{u}}{c}) = A\cos(\omega t - \vec{k}.\vec{OM})}$$

$\vec{k}$ **est le vecteur d'onde** et λ **la longueur d'onde** vérifiant: $\boxed{\vec{k} = \frac{\omega}{c}\vec{u} = \frac{2\pi}{\lambda}\vec{u}}$ et $\boxed{\lambda = cT}$

Rem: la représentation complexe de l'OPPM est: $\underline{s}(M,t) = Ae^{j\omega t}e^{-j\vec{k}.\vec{OM}}$