

Chapitre 04: Phénomènes de propagation à une dimension

- Généralité sur les Ondes :

1- Propagation d'une perturbation:

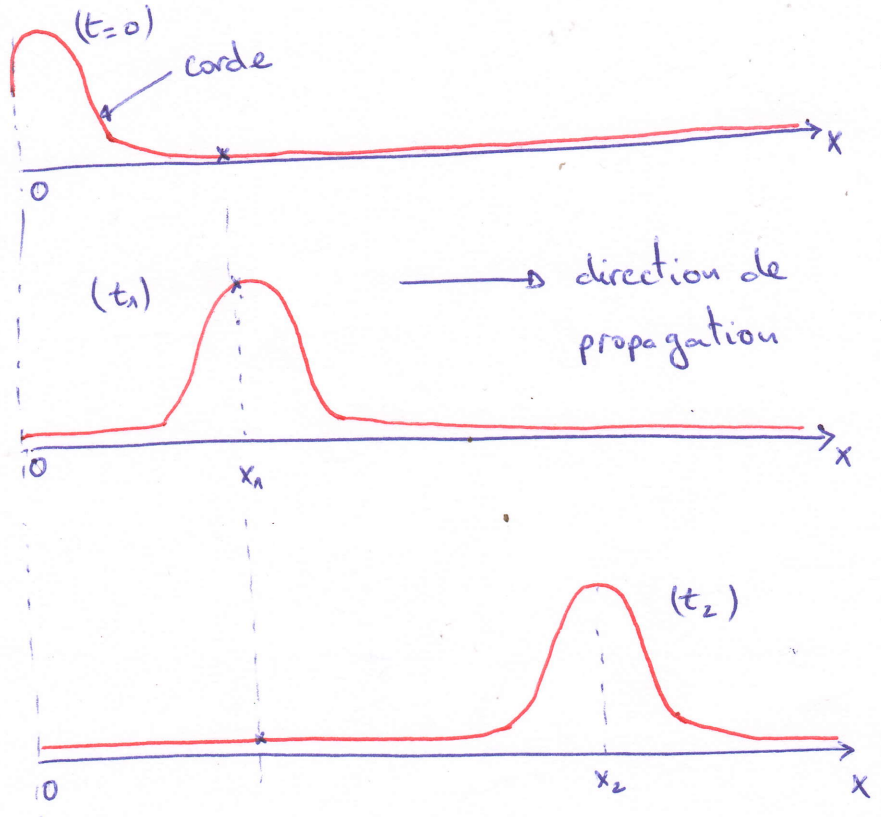
On considère une corde tendue le long de l'axe ox et dont on secoue l'extrémité $x=0$ à l'instant $t=0$.

La perturbation créée va se propager le long de la corde.

A l'instant t_1 , elle arrive en x_1 et à l'instant t_2 elle arrive en x_2 .

La vitesse de propagation d'onde est:

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$



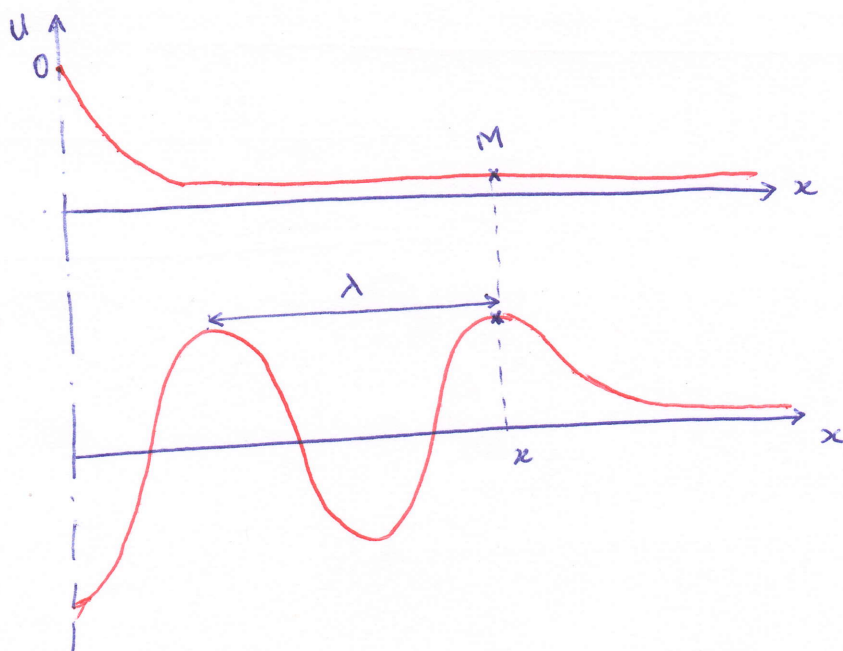
Dans la corde, la matière bouge perpendiculairement à la direction de propagation, on dit qu'on a une "Onde transversale".

Dans les ressorts, la matière bouge dans la direction de propagation, on dit qu'on a une "Onde longitudinale".

2- Propagation d'une onde sinusoïdale dans l'espace à une dimension:

On considère une corde tendue le long de l'axe ox et on impose à l'extrémité $x=0$ de la corde une vibration d'amplitude M_0 et de pulsation ω .

Le movt de l'extrémité de la corde est : $M(0,t) = M_0 \cos \omega t$.



l'onde est propagée à la vitesse

$$v = \frac{x}{\Delta t}$$

$\Delta t = \frac{x}{v}$: le temps pour atteindre le point M.

Le mot de pt M est le m que celui qu'avait le pt 0 à l'instant $- \Delta t$

$$u(M) = u(0, t - \Delta t) = u_0 \cos(\omega(t - \Delta t)) = u_0 \cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right)$$

$$u(x, t) = u_0 \cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right)$$

$u(x, t)$: c'est une fct qui a une double périodicité.

* Période dans le temps $\omega t = 2\pi \leadsto T = \frac{2\pi}{\omega}$: période

* Période dans l'espace $\omega \frac{x}{v} = 2\pi \leadsto x = \frac{2\pi v}{\omega}$: longueur d'onde

$$\lambda = \frac{2\pi v}{\omega} \quad \text{: longueur d'onde}$$

On écrit aussi : $u(x, t) = u_0 \cos(\omega t - kx)$

$$k = \frac{\omega}{v} \quad \text{: vecteur d'onde}$$

3- Equation de propagation à une direction:

Considérons l'équation $u(x,t) = u_0 \cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right)$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= -\omega^2 u(x,t) \\ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} &= -\frac{1}{v^2} \omega^2 u(x,t) \end{aligned} \right\} \leadsto \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

$$\boxed{\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0}$$

Eq de propagation à une dimension.
"Eq de d'Alembert 1747"

Définitions: En physique, une onde peut se définir comme la propagation d'une perturbation, il s'agit donc d'un phénomène qui fait intervenir à la fois l'espace et le temps.

• Une onde est une perturbation qui se propage à travers un milieu d'un endroit à un autre modifiant temporairement ses propriétés (vitesse, position, énergie) après le passage de la perturbation, le milieu reprend ses propriétés initiales.

Types d'ondes: Il existe différents types d'ondes:

1- **Ondes mécaniques:** elles se propagent dans un milieu matériel solide, liquide ou gazeux.

Ex: Ondes sonore, corde, vagues sur l'eau

Ondes peuvent se propager dans une seule dimension, 2D ou 3D.

2- **Ondes électromagnétiques:** C'est une propagation d'un champ électromagnétique variable et ne nécessite pas un milieu matériel pour sa propagation.

Ex: Ondes radios, lumière