

# Les ondes mécaniques progressives

## I. Propagation d'une perturbation

### 1.1 Exemple

-vague à la surface de l'eau



-secousse sur une corde



-échelle de perroquet



-ressort



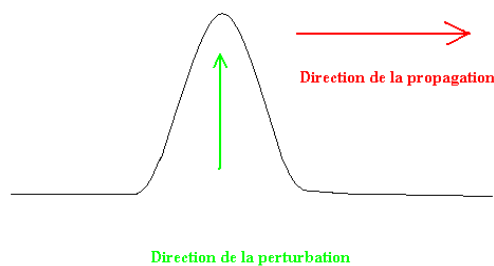
### 1.2 Définition

On appelle **onde mécanique** le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel (liquide, solide ou gaz) **sans transport de matière**.

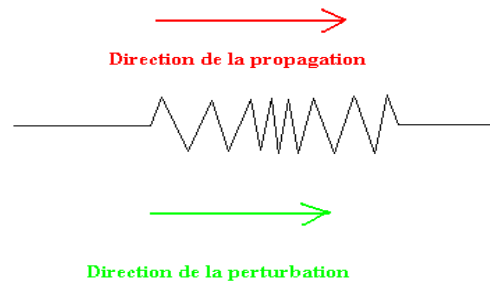
### 1.3 Ondes transversales et longitudinales

Une **onde transversale** provoque une perturbation perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde.

Exemple: corde ou vague



Une **onde longitudinale** provoque une perturbation parallèle à la direction de propagation de l'onde.  
Exemple: ressort, le son (les ondes sonores sont dues à des compressions et des dilatations de tranche d'air)

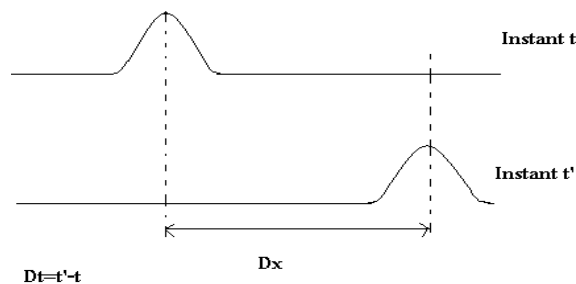


### 1.4 Milieu de propagation

Un milieu matériel (solide, liquide, gaz) est indispensable à la propagation d'une onde mécanique. Elle ne se propage pas dans le vide.  
 (expérience de la cloche à vide)

## II. Propriétés

### 2.1 Célérités des ondes



Si une onde mécanique parcourt une distance  $Dx$  pendant une durée  $Dt$  (à vitesse constante), sa célérité est:

$$v = Dx / Dt$$

$[Dx]$ : m (mètre)

$[Dt]$ : s (seconde)

$[v]$ : m/s

La célérité d'une onde dans les milieu matériel est une caractéristique du milieu considéré. Elle ne dépend pas de l'amplitude de la perturbation.

Exemple pour la corde:

$$v = \sqrt{T/u}$$

T: tension de la corde  
u: masse linéique

Exemple pour le son dans l'air:

$$v = \sqrt{(\alpha * R * T) / M}$$

$\alpha$ : constante

R: constante des gaz parfaits

T: température de l'air

M: masse molaire de l'air

## 2.2 Mécanisme de propagation

Une onde mécanique se propage à partir d'une source (cordes vocales, vibreur,...etc) dans toutes les directions qui lui sont offertes:

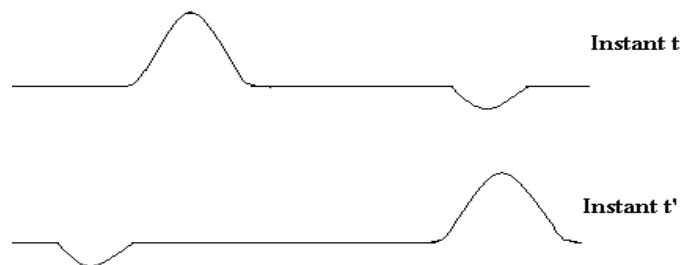
corde: 1 dimension; impulsion dans l'eau: 2 dimensions; son: 3 dimensions

La source fournit de l'énergie: cette énergie se propage avec l'onde de proche en proche dans le milieu.

Dans le cas réel, l'onde est amortie au cours de la propagation car elle perd de l'énergie.

## 2.3 Superposition

Deux ondes mécaniques peuvent se croiser sans se perturber.



## III. Ondes progressives à une dimension

### 3.1 Définition

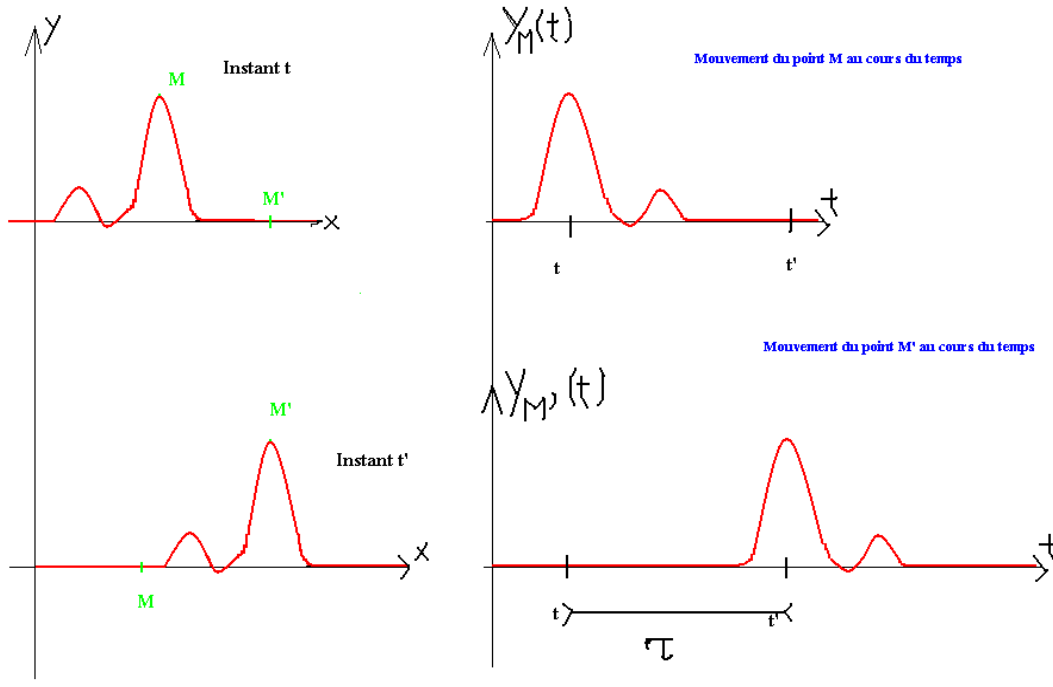
L'onde est progressive et à une dimension si on peut définir une direction et un seul sens de propagation

Exemple: la corde

Remarque: Ces ondes peuvent aussi se propager dans un milieu à deux dimensions (exemple des vagues parallèles).

### 3.2 Notion de retard

Lors de la propagation de l'onde progressive à une dimension, le mouvement d'un point M est le même que celui de la source mais avec un retard.



Les représentations spatiales et temporelles d'une corde sont symétriques.  
 La perturbation au point  $M'$  à l'instant  $t'$  est celle qui existait auparavant au point  $M$  à l'instant  $t$  avec  $t = t' - \tau$ .  
 $\tau$  est appelé retard.

Remarque:  $v = MM' / \tau$  ;  $\tau = MM' / v$