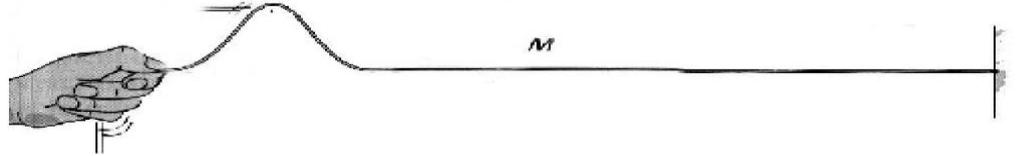


# Caractéristiques d'une onde

- Une pierre tombe dans l'eau et provoque des rides circulaires qui se propagent à sa surface.
  - Un tremblement de Terre provoque des ondes sismiques.
  - Les vagues de la houle marine se propagent à la surface de la mer.
- Ce sont des ondes mécaniques. Qu'est-ce qu'une onde mécanique ?

## 1. Notion d'onde

L'extrémité d'une corde élastique est fixée. La corde est tendue. On provoque une perturbation et on observe l'aspect de la corde

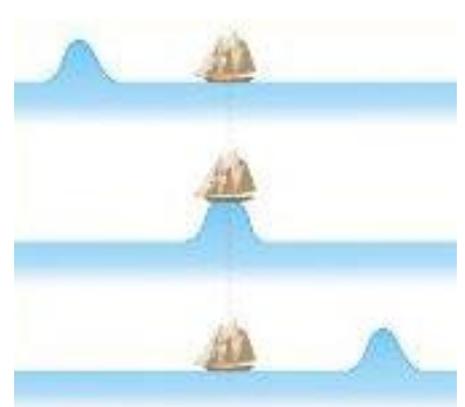


**La perturbation se propage** le long de la corde, d'une extrémité à l'autre **sans transport de matière.**

On dit qu'une onde mécanique s'est propagée le long de la corde.

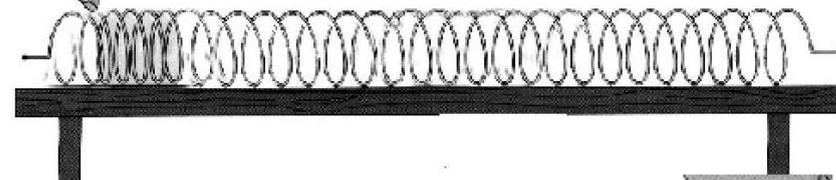
### Exemple

Le bateau subit la perturbation, ne se déplace pas par rapport à la surface de l'eau.



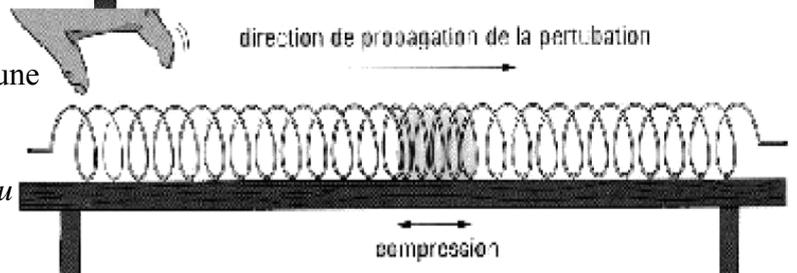
On tend un ressort sur une table horizontale.

La main comprime quelques spires à l'une des extrémités. On lâche et on observe l'aspect du ressort.



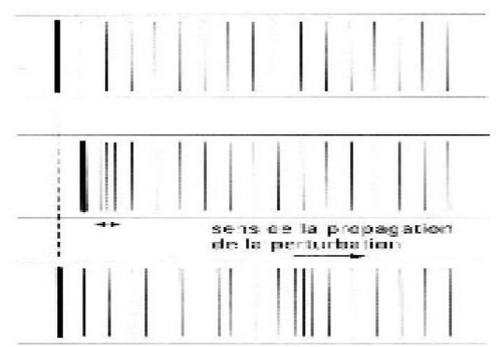
La perturbation se propage le long du ressort d'une extrémité à l'autre sans transport de matière.

Une onde mécanique s'est propagée le long du ressort.



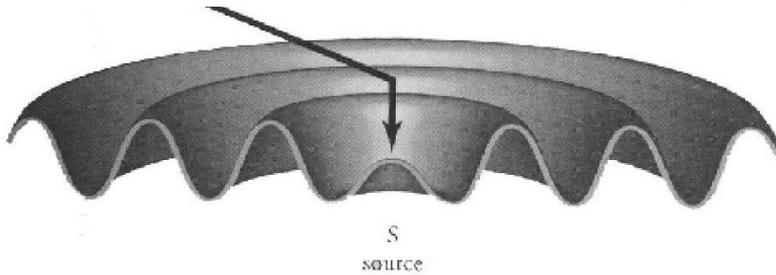
La direction de propagation est l'axe du ressort. Une spire du ressort se déplace parallèlement à l'axe du ressort avant de revenir à sa position d'équilibre.

Une **onde sonore** est une **onde longitudinale** : une couche d'air subit un petit déplacement qui se transmet progressivement aux couches voisines. Ce déplacement des couches d'air s'accompagne d'une variation locale de la pression et une zone de compression de l'air se déplace. A cette compression succède une dilatation.



Lorsqu'on jette une pierre dans l'eau d'un étang, une perturbation se propage à partir du point de chute, sous forme d'une ride circulaire. Son rayon croît au fur et à mesure que la perturbation s'éloigne du point-source.

Le milieu de propagation de la perturbation est le plan d'eau : c'est un milieu à deux dimensions. Une perturbation se propage dans toutes les directions issues du point-source S et contenue dans le plan d'eau.



Si l'on place un bateau (ou un bouchon) sur le trajet de l'onde, on constate qu'il subit la perturbation et après le passage de l'onde, se retrouve dans sa position initiale.

**On appelle onde mécanique le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière, mais avec transfert d'énergie.**

## 2. Célérité d'une onde

La propagation d'une perturbation dans un milieu s'effectue avec une certaine « vitesse ». S'effectuant sans transport de matière, on préfère utiliser le mot **célérité**.

La **célérité V** d'une onde est le rapport entre la distance « d » parcourue par l'onde et la durée « Δt » du parcours.

$$V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{M_1 M_2}{\Delta t}$$



Les célérités d'une onde le long d'une corde élastique ou à la surface de l'eau peuvent aller de  $1 \text{ m.s}^{-1}$  à quelques dizaines de  $\text{m.s}^{-1}$ .

- **Remarque.**

Il convient de bien distinguer la célérité de l'onde, de la vitesse d'un point du milieu au passage de l'onde.

- **Propriétés**

Des expériences élaborées confirment que **la célérité dépend** :

- **de la nature de l'onde** : Dans l'eau, les **ondes de surface bidimensionnelles et transversales** ne se propagent pas à la même vitesse que les **ondes sonores longitudinales et tridimensionnelles** qui se propagent dans tout le volume du liquide.
- **du milieu de propagation** : La célérité est indépendante de la forme du signal. La célérité est caractéristique du milieu.

### Exemples

La célérité du son dans l'air à  $15^\circ\text{C}$  et sous la pression de 1,0 bar est voisine de  $340 \text{ m.s}^{-1}$ . Cette célérité :

- est différente dans un autre milieu de propagation.

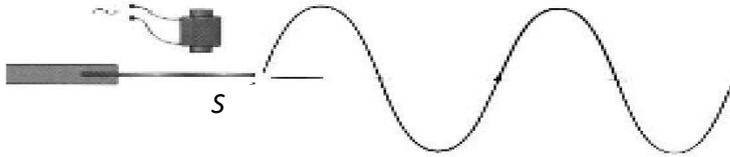
	air	Hélium	Hydrogène	Eau	Glycérine	Cuivre	Brique	Bois	Acier	Aluminium	Granit
V (m.s-1)	340	970	$123 \times 10^1$	$150 \times 10^1$	$200 \times 10^1$	$360 \times 10^1$	$370 \times 10^1$	$380 \times 10^1$	$500 \times 10^1$	$510 \times 10^1$	$600 \times 10^1$

- augmente lorsque la température croît. Ainsi dans l'air à  $0^\circ\text{C}$ , la célérité du son est de  $331 \text{ m.s}^{-1}$ .

La célérité d'une onde le long d'une corde dépend de la masse linéique et de la tension de la corde.

### 3. Onde périodique

La source est un vibreur.



L'extrémité S de la lame vibre. Elle effectue des oscillations périodiques autour de sa position d'équilibre. On attache l'extrémité S de la lame à une corde élastique et on fait vibrer le point S.

Les points de la corde ont un mouvement trop rapide; on étudie ce mouvement en utilisant **un stroboscope**. Cet appareil délivre des éclairs très brefs séparés par une durée constante et réglable.

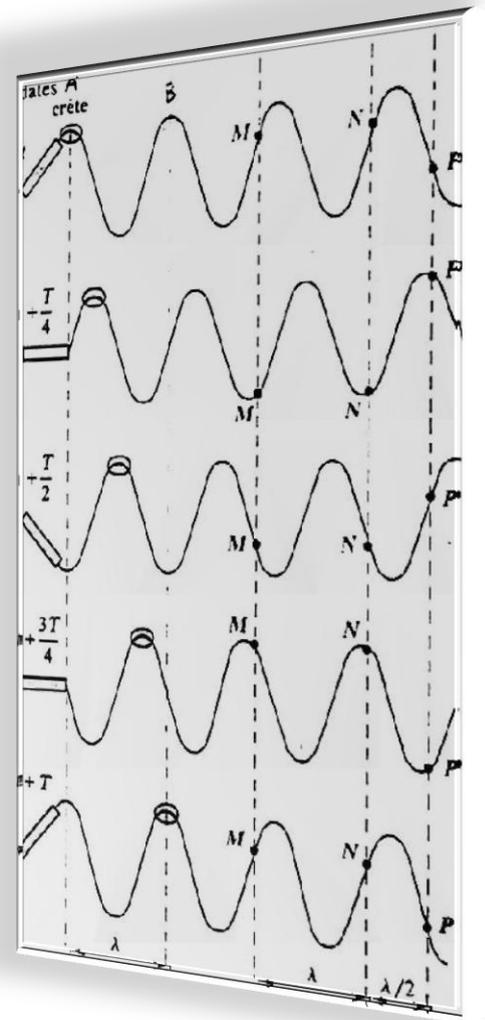
On observe en éclairage stroboscopique, l'aspect sinusoïdal de la corde. Tous ses points effectuent entre deux éclairs consécutifs, une ou plusieurs oscillations complètes et apparaissent ainsi dans la même position. Tous les points de la corde vibrent avec la même fréquence que la source.

Le point A suit le mouvement de la lame vibrante. A l'instant t il se trouve sur la crête. IL suit le mouvement de la lame et retrouve une position sur la crête à l'instant « t + T ». **T est la période temporelle** (ou  $f = 1/T$  est la fréquence).

La durée qui sépare l'arrivée de deux perturbations successives en un point est la période temporelle T.

Aux mêmes instants, certains points ont exactement le même mouvement : ils passent à leur position d'équilibre ou à leur écartement maximal. On dit qu'ils vibrent en phase et sont régulièrement répartis sur la corde. On appelle **longueur d'onde « λ »** la distance séparant deux points en phase. On parle de **période spatiale** pour cette distance (exemple (M,N)) qui sépare deux perturbations successives.

la longueur d'onde λ est donc la distance parcourue par l'onde durant une période T. et  $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$ .



### 4. Milieu de propagation

On place dans une cloche à vide une lampe et une sonnerie. On crée le vide. On n'entend plus le son émis par la sonnerie mais on voit encore la lampe brillée.

Certains types d'onde ont besoin d'un milieu matériel pour se propager.

**Exemple**, le son ne se propage pas dans le vide alors que la lumière se propage dans le vide (la lumière du soleil se propage dans le vide interstellaire).

- **Remarque**

Dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite.

Par contre lors du passage d'un milieu homogène transparent à un autre milieu, il y a changement de direction.

Enfin selon la densité du milieu matériel, la célérité de l'onde est modifiée: l'onde sonore se propage plus vite dans un solide que dans un liquide que dans un gaz.

