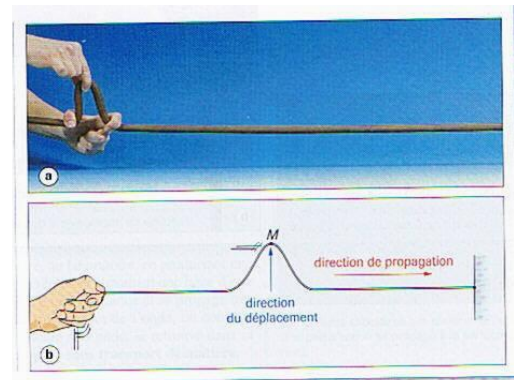
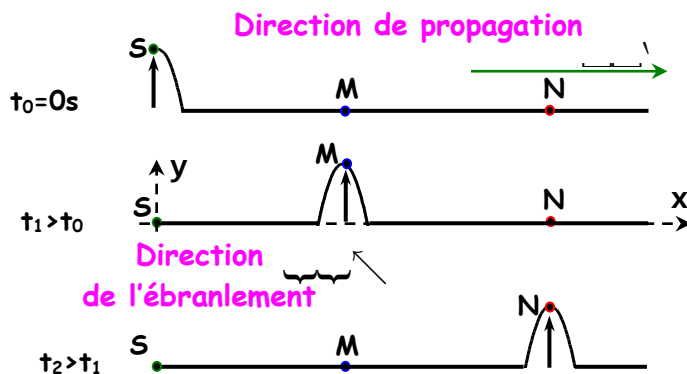


Les objectifs :

- ♦ Distinguer entre une onde transversale et une onde longitudinale.
- ♦ Reconnaître que la propagation d'une onde est due à une propagation d'énergie sans transport de matière.
- ♦ Réaliser une expérience illustrant la propagation d'une onde sinusoïdale dans un milieu homogène et isotrope.
- ♦ Identifier, dans un milieu de propagation donné, les propriétés dont dépend la célérité d'une onde.

I]- Propagation d'un ébranlement:1°) Propagation d'un ébranlement dans un milieu unidimensionnel:a- Ébranlement transversal : (Cas d'une corde élastique):

- ❖ Attacher une extrémité d'une corde élastique à un support fixe. Tendre la corde et tenir l'autre extrémité à la main.
- ❖ imposer une perturbation du côté de l'extrémité tendue à la main (voir figure1)
- ❖ lâcher et observer l'aspect de la corde.

❖ Définition :

❖ Un **ébranlement** est une déformation rapide imposée dans un milieu propagateur (élastique).

❖ Un milieu **élastique** : tout milieu qui reprend de lui-même sa forme initiale après avoir subi une déformation.

❖ Observation :

❖ La perturbation ne reste pas localisée dans la zone où elle a pris naissance mais elle avance le long de la corde d'une extrémité à l'autre.

❖ Interprétation:

❖ Chaque point de la corde atteint par l'ébranlement reproduit le même mouvement que la source avec un certain retard θ . (**durée pour que l'ébranlement se propage du point S au point M**).

Soient : t_S : date de début du mouvement de S.

t_M : date de début du mouvement de M.

$$\theta = t_M - t_S$$

$$y_M(t) = y_S(t - \theta) \text{ ou bien } y_S(t) = y_M(t + \theta) \text{ et } y_N(t) = y_M(t - \theta_N) \text{ avec } \theta_N = t_N - t_M$$

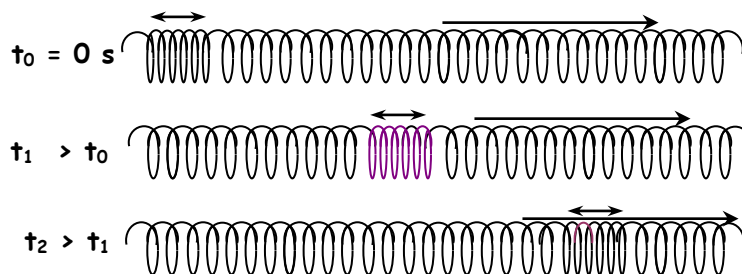
- ❖ Le fait que l'ébranlement ne reste pas fixe là où il est créé et qu'il est transmis d'un élément voisin constitue le phénomène de propagation : On dit que l'ébranlement **se propage** le long de corde.
- ❖ **Définition :**
- ❖ La direction de propagation de l'ébranlement est **perpendiculaire** à la direction de déplacement des points de cette corde : Cet ébranlement est dit **transversal**.
- ❖ Cet ébranlement est dit **unidimensionnel**, car la propagation de l'ébranlement s'effectue suivant une **seule direction**.

A retenir :

- ♦ La perturbation se propage le long de la corde, d'une extrémité à l'autre. Le milieu de propagation est la corde, c'est un milieu à une dimension. C'est un milieu élastique car il retrouve son état initial.
- ♦ Un ébranlement est dit transversal si elle provoque une perturbation de direction perpendiculaire à la direction de propagation de l'ébranlement.

b- Ebranlement longitudinal : (Cas d'un ressort):

- ✓ On comprime les premières spires d'un ressort tendu horizontalement et on les lâche brusquement. Qu'observe-t-on ?



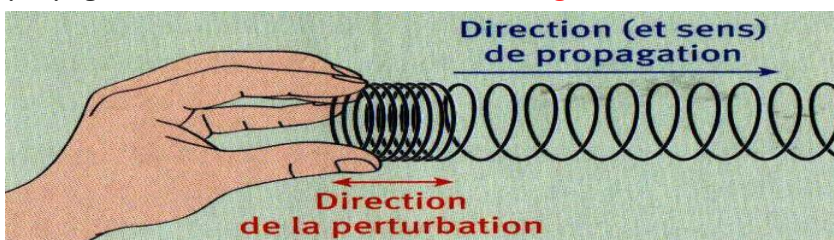
- ❖ La perturbation se propage le long du ressort d'une extrémité à l'autre sans transport de matière.

Observation :

- ❖ La compression ou la dilatation des quelques premières spires ne se maintient pas au début du ressort elle est plutôt transmise aux voisines et ainsi de suite.
- ❖ Les spires ayant transmis la déformation reprennent leur espacement initial.

Interprétation :

- ❖ La dilatation ou la compression progresse le long du ressort.
- ❖ Le ressort est un milieu élastique (c'est un milieu propageur).
- ❖ Le déplacement de la perturbation s'effectue dans la **même direction** que celle de la propagation : c'est un ébranlement **longitudinal**.



Définition :

- ❖ Le déplacement de la perturbation s'effectue dans la **même direction** que celle de la propagation : c'est un ébranlement **longitudinal**.

A retenir :

- ❖ Une spire du ressort se déplace parallèlement à l'axe du ressort et reprend sa position d'équilibre après le passage de la perturbation. La perturbation se propage le long du ressort dans une seule direction (horizontale).
- ❖ Un ébranlement est dit longitudinal si elle provoque une perturbation de direction parallèle à la direction de propagation de l'ébranlement.

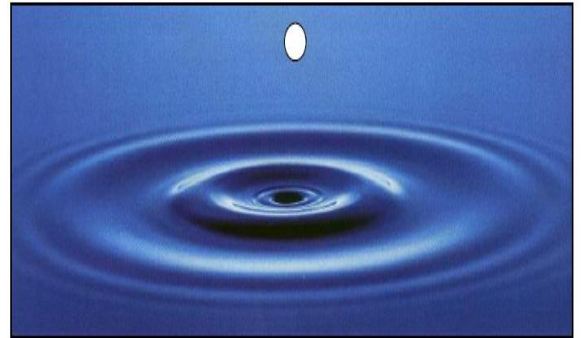
2°) Propagation d'un ébranlement dans un milieu bidimensionnel:

Expérience n°1 :

On produit une perturbation à la surface de l'eau en faisant tomber une goutte d'eau (Ou on jette un caillou). Qu'observe-t-on ?

Observation :

- ❖ La déformation créée autour du point où tombe la goutte d'eau donne naissance à une ride circulaire qui progresse à la surface du liquide dans toutes les directions.

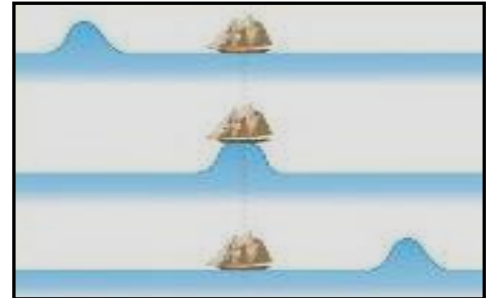


Expérience n°2 :

- ❖ On place un morceau de liège sur le trajet de l'ébranlement, qu'observe-t-on pour ce morceau de liège ?

Observation:

Le morceau de liège subit la perturbation (il se soulève verticalement) et après le passage de l'ébranlement se retrouve dans sa position initiale



Interprétation:

- ❖ La propagation d'un ébranlement se fait **sans transport de la matière** mais avec un **transfert d'énergie**.
- ❖ La direction de propagation de l'ébranlement est **perpendiculaire** à la direction de déplacement des points matériels de l'eau. C'est un ébranlement **transversal**.
- ❖ Le milieu de propagation c'est l'eau : La propagation s'effectue dans toutes les directions et dans tous les Sens de la surface de l'eau → C'est un **milieu bidimensionnel**.
- ❖

A retenir :

- ❖ Si on place un morceau de liège sur le trajet de l'ébranlement, on constate qu'il subit la perturbation (il se soulève verticalement) et après le passage de l'ébranlement, se retrouve dans sa position initiale.
- ❖ La propagation d'une perturbation dans un milieu sans transport de matière. L'ébranlement ne transporte que de l'énergie.
- ❖ Le milieu de propagation de la perturbation est le plan d'eau, c'est un milieu à deux dimensions. Cet ébranlement est dit **transversal**.

3°) Propagation d'un ébranlement dans un milieu tridimensionnel:

a) Expérience : l'onde sonore

- ✓ Lorsqu'on produit un bruit, celui-ci se propage dans toutes les directions de l'espace.
- ✓ On place un réveil sous une cloche à vide.



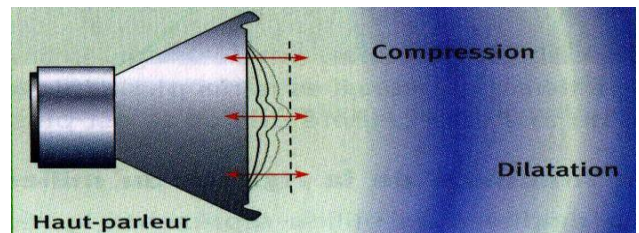
b) Observation :

- ❖ Le réveil est placé sous une cloche à vide en verre. La sonnerie du réveil est perçue à l'extérieur: l'air et le verre transmettent les sons. Le son s'atténue puis s'éteint lorsque l'on fait le vide dans la cloche.

❖

c) Interpretation :

- ❖ Le son est audible dans l'air.
- ❖ Le son n'est pas audible dans le vide.
- ❖ Le son se propage dans l'air dans toutes les directions et tous les sens de l'espace c'est un ébranlement à trois dimensions.



A retenir :

- ❖ Un ébranlement sonore est longitudinal.
- ❖ Il ne se propage pas dans le vide. (Exp cloche à vide). Il se propage dans un milieu à trois dimensions.
- ❖ (Les petits déplacements des tranches de matière se font dans la direction de propagation).

Je retiens :

- ❖ Un ébranlement est une déformation de courte durée imposée localement à un milieu élastique.
- ❖ Le milieu de propagation d'un ébranlement peut être unidimensionnel (corde élastique, ressort...), bidimensionnel (surface d'un liquide) ou tridimensionnel (l'air ou toute surface fluide).
- ❖ Selon la direction de propagation et celle du déplacement des points matériels du milieu de propagation, un ébranlement peut être transversal ou longitudinal.
- ❖ La propagation d'un ébranlement est due à une transmission d'énergie d'un point du milieu de propagation vers d'autres sans transport de la matière.

II]- Célérité d'un ébranlement:

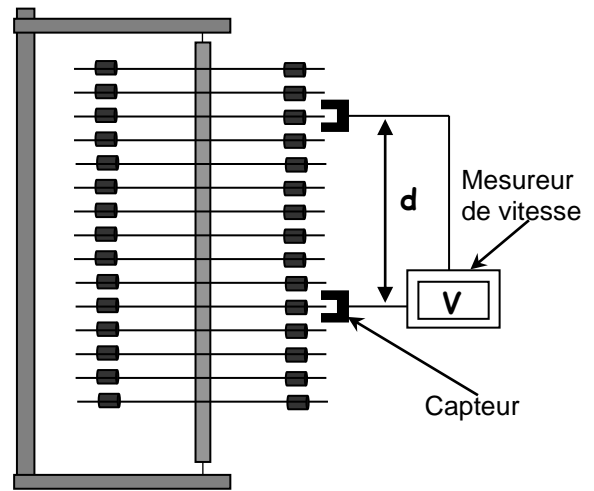
a)- Mise en évidence :

❖ On fait tourner (ébranlement) le barreau de l'échelle de perroquet d'un angle α puis on l'abandonne à lui-même.

❖ On mesure la célérité $v = \frac{d}{t}$ de

l'ébranlement pour différentes valeurs de d .

d (cm)	0,23	0,3	0,4	0,54
v (m.s ⁻¹)	0,48	0,49	0,48	0,49



b)- Conclusion:

L'ébranlement se propage le long de l'échelle de perroquet avec une vitesse (célérité) v constante.

Remarque:

- On obtient les mêmes résultats même si on fait tourner le barreau de l'échelle avec un angle plus grand que α .
- Les résultats changent si on fait varier les positions des masselottes tout en les maintenant symétriques par rapport à l'axe de l'échelle (variation d'inertie du système).

Exemples:

Type d'ébranlement	Célérité v (m.s ⁻¹)
Ebranlement à la surface de l'eau	0,3
Ebranlement le long d'une corde	10
Ebranlement sonore dans l'air à 20 °C	342
Ebranlement sonore dans l'eau à 20 °C	1500
Ebranlement sismique	8000

c)- Conclusion:

- ♦ La célérité de propagation d'un ébranlement est constante dans le même milieu propagateur homogène qui s'exprime par : $v = \frac{x_N - x_M}{t_N - t_M}$
- ♦ La célérité v d'un ébranlement dépend de la nature du milieu élastique dont lequel il se propage et de ses propriétés.

- ✓ On appelle onde le phénomène résultant de la propagation d'une succession d'ébranlements dans un milieu élastique donné.
- ✓ Une onde est dite transversale si la direction de propagation est perpendiculaire à la direction de l'onde. (Exemples : cas de la corde ; onde à la surface d'un liquide...)
- ✓ Une onde est dite longitudinale si la direction de propagation est parallèle à la direction de l'onde. (Exemples : cas du ressort, son...)
- ✓ Lorsque le milieu de propagation est ouvert, les ondes progressent en s'éloignant de la source: elles sont dites ondes progressives

Remarque :

- ❖ Les ébranlements transversaux constituent **des ondes transversales**.
- ❖ Les ébranlements longitudinaux constituent **des ondes longitudinales**.