

P01 - Les ondes mécaniques progressives

1. Les ondes mécaniques progressives

1. Définitions

Lorsqu'on crée une déformation en un point d'une corde, d'un élastique, d'un ressort ou encore à la surface de l'eau, la

La **propagation se fait de proche en proche** : on dit que l'onde est

La déformation temporaire du milieu est appelée

Une onde mécanique a besoin pour se propager d'un (corde, ressort, eau,...), on dit qu'elle est

2. Direction de propagation

- Une onde à est une onde qui se propage
Ex : le long d'une corde.
- Une onde à est une onde qui se propage
Ex : à la surface de l'eau.
- Une onde à est une onde qui se propage
Ex : onde sonore créée par le tonnerre se propageant dans l'atmosphère.

3. Propagation d'une onde, déplacement d'un mobile

- Après le passage de l'onde, la matière du milieu de propagation revient à sa place initiale.
Ex : l'eau d'un lac revient à sa place initiale une fois que l'onde se propageant à la surface du lac est passée.
- Lors du déplacement d'un mobile, la matière qui le constitue est transportée le long de sa trajectoire.
Ex : un bateau qui se déplace, il y a déplacement de matière.

4. Vitesse d'un mobile et célérité d'une onde

Pour marquer la différence entre le déplacement d'un mobile (déplacement de matière) et le déplacement d'une perturbation dans un milieu de propagation (sans déplacement de matière) on utilise deux termes différents pour définir ces déplacements par unité de temps : **vitesse et célérité** !

v : vitesse d'un mobile

V : en $m.s^{-1}$

d : distance parcourue par l'onde, en m

τ : durée en s

2. Ondes transversales et ondes longitudinales

1. Deux sortes d'ondes

- Les ondes mécaniques progressives transversales :

Une onde est _____ lorsque la déformation temporaire de la matière est _____ à la direction de la propagation.

Ex : un signal se propage le long d'une corde tendue.

- Les ondes mécaniques progressives longitudinales :

Une onde est _____ lorsque la déformation temporaire de la matière est _____ à la direction de la propagation.

Ex : un signal se propage le long d'un ressort tendu.

2. Un exemple d'ondes longitudinales : les ondes sonores (cf livre p 33)

- ✓ Les ondes sonores sont des ondes mécaniques progressives longitudinales de « compression-détente » d'un milieu matériel dans lequel elles se propagent.
- ✓ Elles peuvent se déplacer dans les solides, les liquides et les gaz.
- ✓ En général, les ondes sonores sont audibles par l'homme entre 20 Hz et 20 kHz environ.

3. Propriétés générales des ondes mécaniques progressives

1. Nécessité d'un milieu de propagation

Ex : Expérience de la cloche à vide : doc 16 p33

- **Les supports matériels de propagation sont très souvent l'air, l'eau la Terre ou encore des matériaux de construction.**

Ex : ondes sismiques se propageant dans tout le globe terrestre.

Ex : quelle que soit la position d'un auditeur dans une salle de concert, celui-ci entend les sons produits sur scène.

2. Transmission d'énergie

- Quelle que soit la nature de la perturbation initiale, elle donne lieu à un échange énergétique avec le milieu de propagation. C'est cette **énergie qui se déplace dans le milieu, sans transport de matière.**

Ex : choc sur une corde, compression des spires d'un ressort, impact d'un projectile à la surface de l'eau

- Dans certains cas, **l'énergie peut être gigantesque**, et se déplacer sur de très grandes distances.

Ex : ravages du tsunami du 26 déc 2004

3. Célérité et milieu de propagation

Pour les **solides** :

La célérité ne dépend que du milieu et en particulier de l'inertie et de la rigidité du milieu.

Pour les **gaz** :

Les facteurs température et pression font varier de façon sensible la célérité des sons.

Exemples : - à une altitude de 88 m, à 28°C et 1019 mbar la célérité du son dans l'air est de 341 m.s^{-1} ,
- à une altitude de 17 km, à -62°C et 254 mbar la célérité du son dans l'air est de 304 m.s^{-1} .

4. Croisement de deux ondes

Mais deux mobiles ne peuvent pas se croiser sur une même trajectoire sans se perturber !

Exemples : - deux couples de personnes peuvent parler en même temps sans que les ondes sonores produites se détruisent.

- Lors d'une averse, l'observation de la surface de l'eau d'un lac montre que les rides créées par les gouttes de pluie se propagent, et que leurs formes restent circulaires. (doc 12 p 31)

4. Ondes progressives à une dimension

1. Définition

2. Notion de retard

- On considère le cas où la **perturbation reste identique à elle-même lors de sa propagation**. Le milieu est alors dit **non dispersif**.

Retard temporel

La perturbation en M' , à l'instant t' , est celle qui existait auparavant en un point M à l'instant $t = t' - \tau$.

τ est appelé le retard au passage de la déformation en M' .

La perturbation s'est propagée de M en M' , avec la célérité V , donc :

3. Mesure d'un retard, d'une distance ou d'une célérité

- A l'aide d'un oscilloscope, on visualise simultanément une salve d'ultrasons émise par un générateur, et une autre reçue par un récepteur. La distance séparant le générateur du récepteur est mesurée et vaut $d = 18 \text{ cm}$.
- On constate que la **deuxième trace visualisant la salve reçue par le récepteur est décalée par rapport à celle émise par le générateur** de $n = 5,2 \text{ div}$.
- Le balayage des spots, sur l'oscilloscope, est réglé sur $k = 0,10 \text{ ms/div}$.

Le **retard τ** de la réception par rapport à l'émission est donc :

- La **célérité V** des ultrasons dans l'air est donnée par l'expression :