

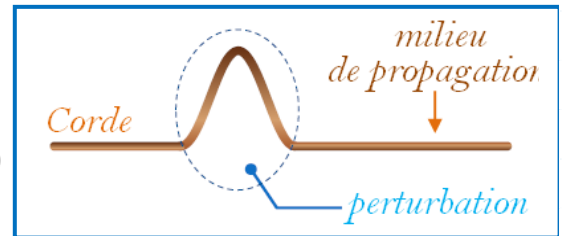
Ondes mécaniques progressives

Ondes mécaniques progressives

I- Onde mécanique :

1) Définition :

On appelle onde mécanique le phénomène de propagation d'une perturbation (ou d'un signal) dans un milieu matériel élastique.



Remarque :

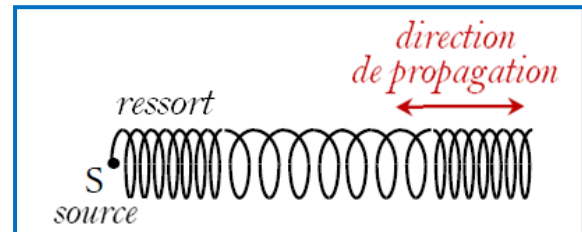
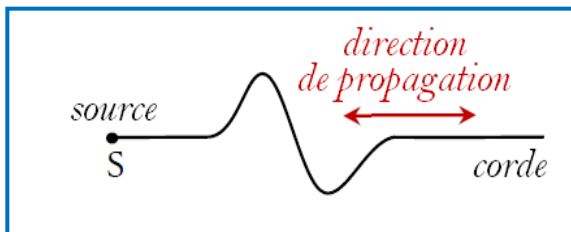
La propagation d'une onde s'accompagne d'une propagation d'énergie sans transport de matière.

2) Différents types d'ondes :

N.B : Une onde se propage à partir de sa source, dans toutes les directions qui lui sont offertes.

- ✓ **Onde unidimensionnelle :** On dit qu'une onde est unidimensionnelle (ou a une dimension) lorsqu'elle se propage dans **une seule direction**.

Exemples :



Onde se propageant le long d'une corde Onde se propageant le long d'un ressort

- ✓ **Onde bidimensionnelle :** On dit qu'une onde est bidimensionnelle (ou a deux dimensions) lorsqu'elle se propage dans **deux directions** (sur une surface).

Exemple :



Onde se propageant sur la surface de l'eau

Ondes mécaniques progressives

- ✓ **Onde tridimensionnelle** : On dit qu'une onde est tridimensionnelle (ou a trois dimensions) lorsqu'elle se propage dans **trois directions** (dans l'espace).

Exemple :

Dans le théâtre, le son se propage dans toutes les directions, il parvient aux spectateurs quelque soit leurs position dans la salle ;

Remarque :

- Le son est une onde mécanique, car il nécessite un milieu **matériel** de propagation;

En effet :

- ✓ Mettre une source sonore (réveil; téléphone; radio ...) en marche sous la cloche (Figure ci-contre)
- ✓ créer le vide dans la cloche à l'aide de la pompe.

- **Observations :**

Le son du téléphone (réveil) sous la cloche à vide est **inaudible**.

- **Conclusion :**

Le son se propage dans **un milieu matériel**.

- La vitesse de propagation du son dépend du milieu de propagation ; il se propage plus vite dans les solides que dans les liquides et dans les gaz.

⇒ **D'une façon générale, plus le milieu de propagation est dense plus la vitesse de propagation du son est élevée.**

II- Onde mécanique progressive :

1) Définition :

On appelle onde mécanique **progressive** le phénomène de propagation d'une perturbation **permanente** dans un milieu matériel élastique avec propagation de l'énergie sans transport de la matière.

2) Onde transversale et onde longitudinale :

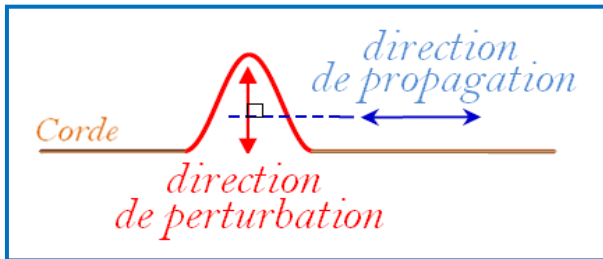
a- Onde transversale :

Une onde est transversale si la direction de la perturbation est **perpendiculaire** à la direction de propagation.

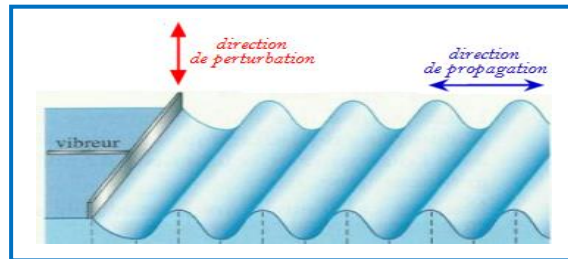


Ondes mécaniques progressives

Exemples :



Onde se propageant le long d'une corde

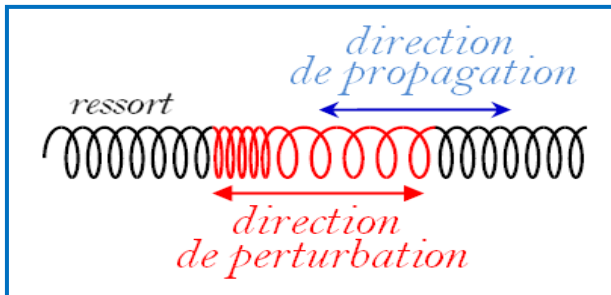


Onde se propageant à la surface de l'eau

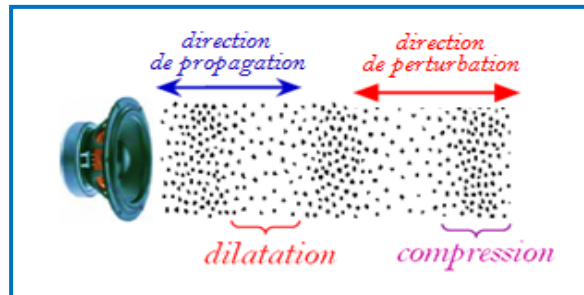
b- **Onde longitudinale :**

Une onde est longitudinale si la direction de la perturbation est parallèle à la direction de propagation.

Exemples :



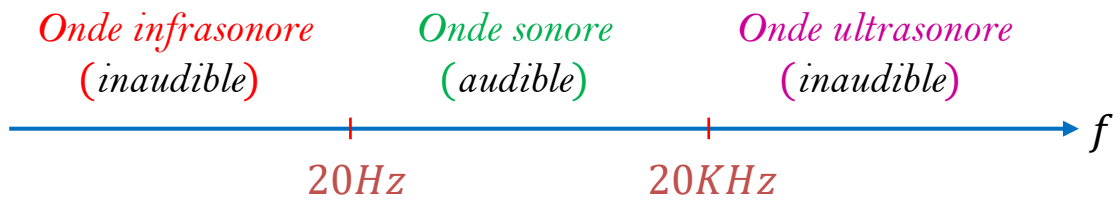
Onde se propageant le long d'un ressort



Onde sonore

Remarques :

- Le son se propage grâce à une compression immédiatement suivie d'une dilatation des couches du milieu de propagation ;
- On peut définir plusieurs domaines d'ondes sonores à partir des valeurs de leur fréquence :



- Le son est une onde longitudinale quelque soit sa fréquence (onde infrasonore ; onde sonore ; onde ultrasonore).

Ondes mécaniques progressives

III- Célérité (vitesse de propagation) d'une onde :

1) Définition :

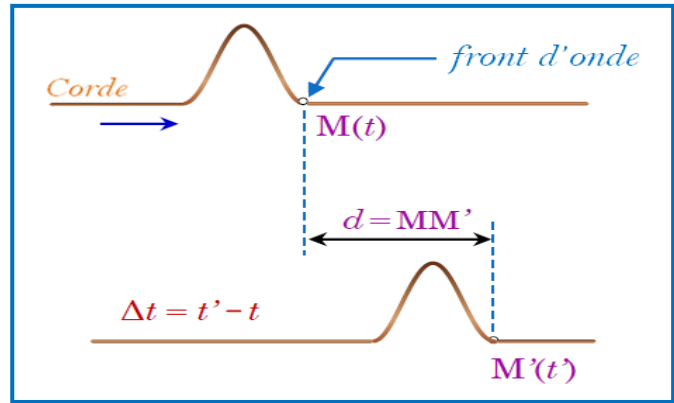
On définit la célérité (vitesse de propagation) d'une onde par la relation :

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad (\text{m/s})$$

Avec :

d : la distance parcourue par l'onde (m) ;

Δt : la durée nécessaire pour parcourir la distance d (s).



aspect d'une corde à deux instants différents

2) Retard temporel τ :

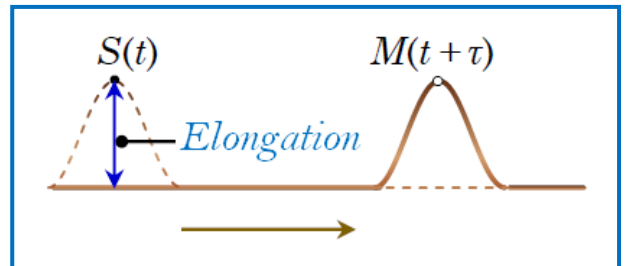
Le retard temporel τ d'un point M , du milieu de propagation, par rapport au point S (la source) est la durée Δt nécessaire pour parcourir la distance SM par l'onde :

On a : $v = \frac{d}{\Delta t}$;

Lorsque : $d = SM$, alors : $\Delta t = \tau$

$\Rightarrow v = \frac{SM}{\tau}$;

d'où : $\tau = \frac{SM}{v} \quad (\text{s})$



Remarque : Elongation Y

- L'élongation Y , d'un point du milieu de propagation, représente la variation de l'amplitude de ce point en fonction du temps ;
- Au cours de la propagation (sans amortissement) d'une onde, tout point M subit, à l'instant t , la même perturbation qu'a subi la source S à l'instant $t - \tau$: $Y_M(t) = Y_S(t - \tau)$ ou bien $Y_S(t) = Y_M(t + \tau)$
- D'une façon générale, l'élongation $Y_B(t)$ d'un point B , du milieu de propagation, par rapport à un point A du même milieu est donnée par :

$$Y_B(t) = Y_A(t - \tau) \quad \text{ou bien} \quad Y_A(t) = Y_B(t + \tau)$$

Avec : τ représente le retard temporel du point B par rapport au point A .

Ondes mécaniques progressives

3) Facteurs influençant la célérité d'une onde :

a- Influence de l'élasticité du milieu :

Lorsque la tension exercée aux deux extrémités d'une corde augmente, la célérité de l'onde augmente aussi.

⇒ La célérité dépend donc de l'élasticité.

b- Influence de l'inertie du milieu :

Pour deux cordes de même tension, la célérité est plus grande pour la corde dont la masse linéaire est la plus petite.

Remarque :

La célérité d'une onde se propageant le long d'une corde est donnée par :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (\text{m/s})$$

Avec :

T : la tension de la corde en (N) ;

μ : la masse linéaire de la corde en (Kg/m) ; telle que :

$$\mu = \frac{m}{L}$$

avec :

m : la masse de la corde en (Kg) ;

L : la longueur de la corde (m) .

Application n°(2) : Exercice n° (2) ; Série n° 1

Deux cordes sont attachées par un nœud commun et tendues entre deux supports rigides, de longueurs respectives $L_1 = 2,00\text{m}$ et $L_2 = 3,00\text{m}$, leurs masses par unité de longueur ont pour valeurs respectives $\mu_1 = 9,80 \cdot 10^{-4} \text{Kg} \cdot \text{m}^{-1}$ et $\mu_2 = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{Kg} \cdot \text{m}^{-1}$.

Les cordes sont soumises à une même tension T de valeur $T = 400\text{N}$. Une déformation est créée simultanément à chaque extrémité.

Quelle onde arrivera la première au nœud ?

Réponse :

Ondes mécaniques progressives

Exercice n°3 :

الصفحة
3
8

RS 31

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الامتحانية 2014 - الموضوع
- مادة : الفيزياء والتحكم - صحة العلوم الرياضية (أ) و(ب) (الترجمة الفرنسية)

PHYSIQUE (13 points)

EXERCICE 1 (2,25 points) : Ondes ultrasonores

On place dans un récipient contenant de l'eau, une plaque de plexiglas d'épaisseur e , on plonge dans l'eau une sonde constituée d'un émetteur et d'un récepteur d'onde ultrasonore (figure 1)

On visualise à l'aide d'un dispositif approprié chacun des signaux émis et reçu par la sonde .

La durée du signal ultrasonore est très petite ; on le représente par une raie verticale.

0,25

1- En l'absence de la plaque du plexiglas, on obtient l'oscillogramme représenté dans la figure 2.

Etablir que l'instant t_R auquel a été capté le signal réfléchi par la surface réfléchissante (P)

s'écrit sous la forme $t_R = \frac{2D}{v}$,

où v est la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dans l'eau.

2- En présence de la plaque de plexiglas ; on obtient l'oscillogramme de la figure 3 .

On représente par t_A et t_B les instants auxquels sont captés les signaux réfléchis successivement par la première surface (a) et la deuxième surface (b) de la plaque de plexiglas.

On représente par t'_R l'instant auquel a été captée l'onde réfléchie sur la surface réfléchissante (P).

On représente la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dans le plexiglas par v' .

0,5

2.1- Dans quel milieu (eau ou plexiglas), la vitesse de propagation de l'onde est la plus grande ? justifier la réponse .

0,5

2.2- Exprimer t'_R en fonction de D , e , v et v' .

1

2.3- Trouver l'expression de l'épaisseur e en fonction de v , t_R , t'_R , t_A et t_B .

Calculer la valeur de e sachant que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau est $v = 1,42 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

