

PARTIE II.

LES ONDES

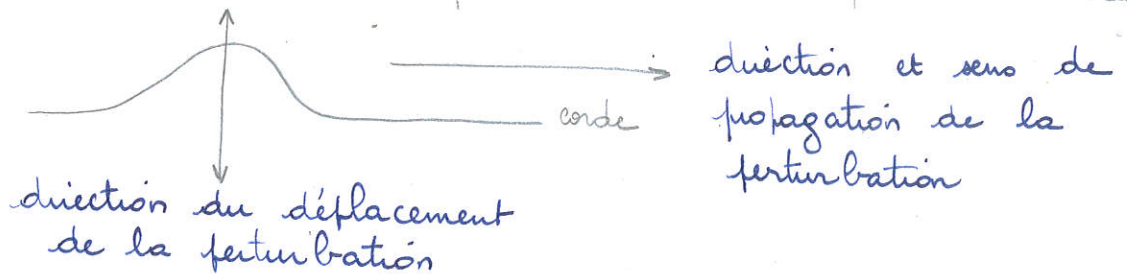
Chapitre 1. les ondes mécaniques progressives

I/ Les ondes mécaniques progressives

1) Propagation d'onde mécanique

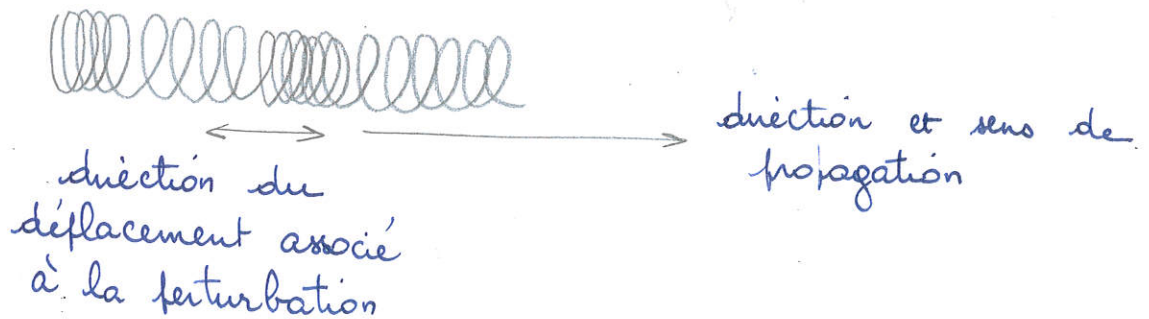
Une onde mécanique correspond au phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, sans transport de matière.

ex propagation d'une déformation d'une corde
propagation de la compression des spires d'un ressort
propagation d'une déformation de la surface de l'eau



Une onde est transversale quand la direction du mouvement associé à la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde.

ex corde, ride sur l'eau ou vague



Une onde est longitudinale quand la direction du mouvement associé à la perturbation est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

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

Le passage de la perturbation provoque des modifications temporaires des positions, des vitesses et donc des énergies (potentielle et cinétique) de ces points.

Lors de la propagation d'une perturbation, il y a transfert d'énergie de proche en proche : l'onde transporte de l'énergie, pas de matière.

Deux ondes qui se croisent se superposent dans la zone où elles se rencontrent et continuent de se propager sans modification de leur forme ou de leur direction.

Qu'est-ce qu'une onde sonore ?

Une onde sonore est une onde mécanique longitudinale. La perturbation liée à une onde sonore est une compression, suivie d'une dilatation (déplacement locale et temporaire des molécules).

Comme toute onde mécanique, une onde sonore nécessite un milieu matériel pour se propager.

2) célérité d'une onde

On appelle célérité d'une onde la vitesse de propagation de la perturbation.

La célérité v est le rapport de la distance d parcourue par la perturbation sur l'intervalle de temps Δt que dure ce parcours :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

$$\begin{array}{l} d \text{ en m} \\ \Delta t \text{ en s} \\ v \text{ en m} \cdot \text{s}^{-1} \end{array}$$

Animation
onde sonore

Animation
corde

La célérité de l'onde ne dépend pas des caractéristiques de la perturbation mais de la nature du milieu.

ex. plus l'inertie* du milieu est grande, plus la célérité de l'onde est faible.

* résistance au mouvement

- plus la rigidité* du milieu est grande, plus la célérité de l'onde est grande.

* résistance à la déformation

applications :
9+11 p 36

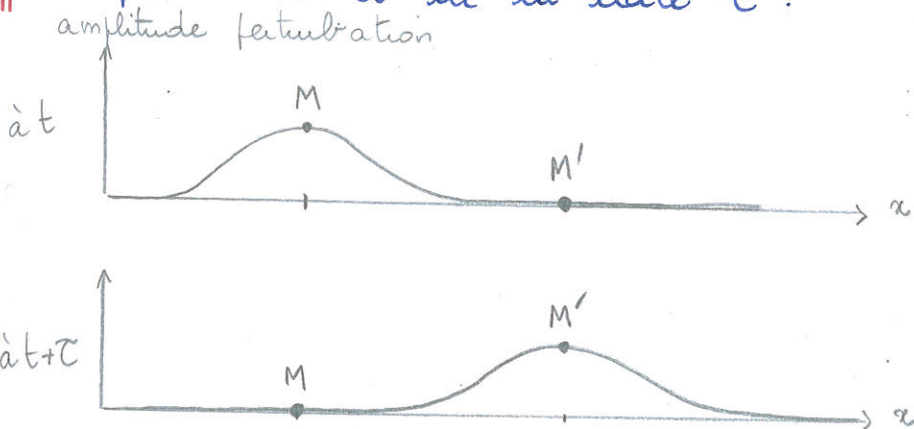
Ex. 10+12+16
+19 p 36

3) Ondes mécaniques progressives.

A un instant donné : l'amplitude de la perturbation dépend de la position x du point considéré.

A un point de position x donnée : l'amplitude de la perturbation dépend de la date t .

L'amplitude de la perturbation dépend donc de la position x et de la date t .



La perturbation en M' à l'instant $t + \tau$ est celle qui existait auparavant en M à l'instant t .

τ est appelé le retard au passage de la perturbation.

$$\tau = \frac{MM'}{v} = \frac{d}{v}$$

d en m
 v : célérité en m.s⁻¹
 τ en s

Ex. 13+15 p 38

Application :
17 p 38

II. Les ondes progressives mécaniques périodiques

1) Périodicité temporelle.

Un phénomène est dit périodique dans le temps s'il se répète identiquement à lui-même, à intervalles de temps égaux.

La période T est la plus courte durée au bout de laquelle le phénomène se reproduit identique à lui-même.

Pour une onde mécanique progressive périodique, en chaque point du milieu de propagation l'onde a une période temporelle identique à celle de la source.

La fréquence est le nombre de fois que le phénomène se répète par seconde ; la fréquence s'exprime en Hertz (Hz) :

$$f = \frac{1}{T}$$

T en s
 f en Hz

Pour une onde sonore, le domaine audible s'étend de 20 Hz à 20 kHz.

2) Périodicité spatiale.

La période spatiale d'une onde mécanique progressive périodique est la plus courte distance de répétition d'une onde.

Cas d'une onde sinusoïdale.

Une onde progressive périodique est dite sinusoïdale si en chaque point M du milieu, l'onde est une fonction sinusoïdale du temps :

$$u_M(t) = U \sin\left(\frac{2\pi}{T}(t - \tau_M)\right)$$

schéma

U amplitude de l'onde

T période

τ_M retard en M

La longueur d'onde, noté λ , d'une onde sinusoïdale est sa période spatiale.

$$\lambda = v \cdot T \text{ ou } \lambda = \frac{v}{f}$$

f fréquence en Hz
 T période en s
 v célérité en m.s⁻¹
 λ en m

f courbes
à t
 $t + \frac{T}{4}$
 $t + \frac{T}{2}$

La longueur d'onde correspond au déplacement de l'onde pendant une période.

Applicad :
4+5+7 p 56

3) Diffraction d'ondes mécaniques sinusoïdales

Lorsqu'une onde mécanique sinusoïdale passe par une ouverture dont la largeur est inférieure à sa longueur d'onde, la forme de l'onde est modifiée. Pour le milieu situé après l'ouverture, l'ouverture se comporte comme une source émettant une onde dans toutes les directions, à la même fréquence que l'onde incidente.

On dit qu'il y a diffraction lorsqu'un obstacle ou une ouverture se comportent comme des sources d'ondes progressives.

Pour une longueur d'onde donnée, la diffraction est d'autant plus marquée que la dimension de l'obstacle ou de l'ouverture est petite.

Exercice =
8+15+16+17
+18 p 58



onde plane onde circulaire

Applicad =
11+12 p 57

4) Dispersion.

Si la vitesse de propagation d'une onde dans un milieu dépend de la fréquence de l'onde, ce milieu est dit dispersif.