

Chapitre 16

Ondes mécaniques progressives

1. Ondes mécaniques progressives

1.1 - Définition

Une perturbation mécanique est une déformation temporaire et locale de la matière.

La perturbation mécanique se propage lorsqu'elle se transmet de proche en proche dans un milieu matériel grâce aux propriétés élastiques du milieu.

En l'absence de matière, c'est-à-dire dans le vide, une perturbation mécanique ne se propage pas.

Au passage de la perturbation, les constituants du milieu subissent un déplacement : ils acquièrent donc de l'énergie mécanique qui est ensuite transférée aux constituants immédiatement voisins.

Après le passage de la perturbation, les constituants du milieu retrouvent leur position initiale : il n'y a pas de déplacement global de matière.

Une onde mécanique progressive est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel élastique sans transport global de matière mais avec transfert d'énergie.

1.2 - Caractéristiques

Une onde se propage dans toutes les directions de l'espace qui lui sont offertes par le milieu à partir d'un point source.

Lorsque le milieu, du fait de sa structure, ne permet qu'une seule direction de propagation, alors l'onde est dite à une dimension. De même, une onde progressive est dite à 2 ou à 3 dimensions, si la perturbation se propage dans 2 ou 3 directions.

L'onde est transversale si le déplacement d'un point M du milieu, au passage de la perturbation, s'effectue dans une direction perpendiculaire à celle de la propagation de l'onde. Elle est longitudinale si ces directions sont parallèles.

Exemples

- Le son est une onde mécanique progressive longitudinale à 3 dimensions. La perturbation qui se propage provoque un mouvement d'oscillations des constituants du milieu parallèlement à la direction de propagation.
- Les vaguelettes circulaires observées à la surface de l'eau illustrent une onde mécanique progressive transversale à deux dimensions.

2. Retard et célérité

Seul le cas des ondes mécaniques progressives à une dimension est étudié ici. La représentation de l'élongation des points du milieu dans l'espace ou au cours du temps permet de décrire la propagation de l'onde mécanique progressive unidimensionnelle.

Soient deux points M_1 et M_2 atteints successivement par une onde mécanique progressive à une dimension :

- Le point M_2 subit la même déformation que le point M_1 avec un retard τ .
- Le retard τ est la durée mise par l'onde pour parcourir la distance M_1M_2 .

La vitesse de propagation v de l'onde entre les points M_1 et M_2 est appelée célérité de l'onde. Elle est définie par la relation :

$$v = \frac{M_1 M_2}{\tau}$$

Unités du Système international :

$M_1 M_2$ distance entre M_1 et M_2 en mètre (m) ;

τ en seconde (s) ;

v en mètre par seconde ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

La célérité d'une onde mécanique progressive dépend :

- des caractéristiques du milieu (densité, rigidité...)
- du type d'onde : dans un même milieu, deux ondes différentes, une onde transversale et une onde longitudinale se propagent à des célérités différentes.

Remarque

Lorsque la perturbation se propage, le milieu peut absorber une partie de l'énergie qu'elle transporte : on dit qu'il y a amortissement et l'onde est alors modifiée.