

Onde progressive sinusoïdale

1. Définition

Une onde progressive sinusoïdale est une onde qui se propage périodiquement. La grandeur qui la caractérise est une **fonction sinusoïdale du temps**.

L'onde progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation, de proche en proche, sans transport de matière mais avec transport d'énergie.

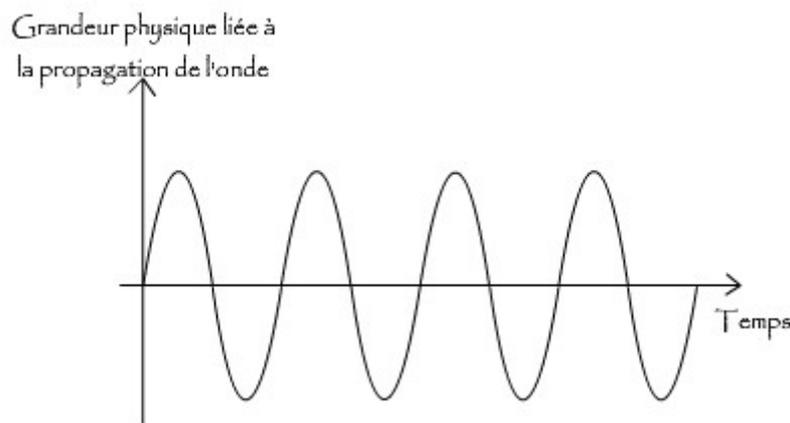
La perturbation est produite initialement par une source, comme le baffle de haut parleur.

Cette source impose une perturbation périodique qui est caractérisé par une double périodicité : temporelle et spatiale.

2. Onde progressive périodique sinusoïdale

Une onde progressive est dite sinusoïdale si les variations de perturbation se font en suivant la fonction mathématique sinus ou cosinus.

On peut identifier ce type de fonction à partir du graphe comportant une alternance de vagues positives et négatives de mêmes amplitudes



Exemple de représentation de la grandeur physique liée à une onde progressive périodique sinusoïdale.

La périodicité temporelle est définie par la fréquence, la périodicité spatiale est définie par la longueur d'onde.

2.1 Longueur d'onde d'une onde progressive périodique

Il s'agit d'une distance qui sépare deux points en phase consécutifs. C'est aussi une distance sur laquelle se propage une perturbation pendant une période.

Notation : λ (lambda) unité [m]

2.2 Célérité d'une onde progressive sinusoïdale

La célérité d'une onde progressive sinusoïdale est fonction des périodicité spatiale et temporelle. Elle correspond au temps nécessaire à un point pour parcourir la distance entre deux surfaces d'onde identiques (amplitude maximale).

La célérité d'une onde périodique sinusoïdale est constante dans le temps dans un milieu donné.

3. Expression mathématique de l'onde sinusoïdale

Une onde périodique sinusoïdale , suit une loi mathématique , la fonction sinus.

Dans un repère orthogonale (x,y) de centre O , la position en ordonnée de chaque point en fonction du temps est donnée par la relation mathématique suivante :

$$y(x,t) = A \sin (k(x \pm vt) + \varphi)$$

- A est l'amplitude de l'onde sinusoïdale [m]
- k le nombre d'onde qui est une constante de l'onde dépendant de sa longueur d'onde [rad/m]
- v célérité de l'onde [m/s]
- t le temps [s]
- φ la constante de phase [rad]

Par convention :

- Si l'onde se déplace dans le sens des x croissants vers la droite , alors la célérité de l'onde est positive et l'expression est la suivante : $y(x,vt) = A \sin(k(x+vt) + \varphi)$
- Si l'onde se déplace dans les sens des x décroissants (vers la gauche) alors la célérité de l'onde est négative et l'expression est la suivante : $y(x,t) = A \sin(k(x - vt) + \varphi)$

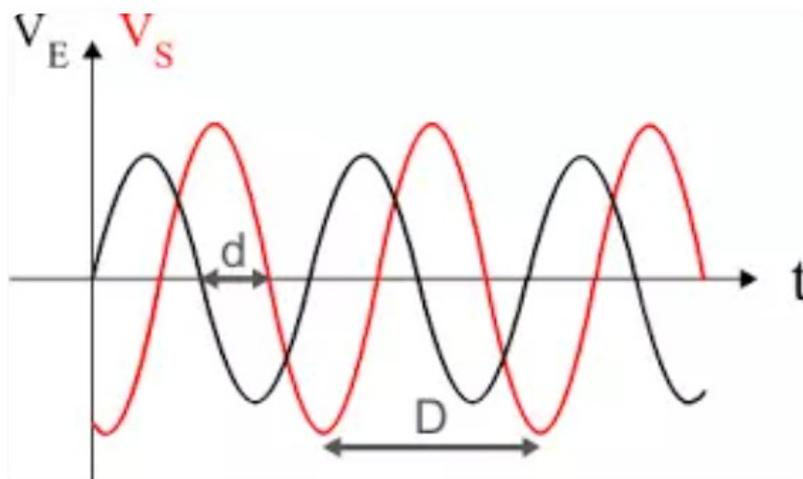
3.1 Le nombre d'onde

Le nombre d'onde est un paramètre mathématique servant à convertir la position x d'un point à sa valeur correspondante en radian.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad [\text{rad/m}]$$

3.2 Déphasage entre deux ondes sinusoïdales progressives

Le déphasage initial correspond à la constante de phase φ . Graphiquement , cela correspond au décalage du point de départ de la fonction sinus.



L'onde en noir a une constante de phase nulle et l'onde en rouge une constante de phase égale à d.

Deux ondes sinusoïdales peuvent être strictement identiques mais en décalage de phase. Elles seront caractérisées par la même fonction d'onde sinusoïdale à φ près.

Si deux ondes parcourent le même milieu simultanément , les amplitudes de deux ondes sonores de même nature se superposent , ainsi :

- Deux ondes identiques et de même nature non déphasées (ou avec un déphasage multiple de 2π) vont avoir une amplitude doublée car seront maximales au même moment.
- Deux ondes identiques et de même nature en opposition de phase (décalée d'un multiple impair de π) vont s'annuler car l'une sera maximale quand l'autre minimale . C'est ce principe qui est utilisé pour les casques anti-bruit avec réduction active.

3.3 Indice d'un milieu transparent

Un milieu transparent est caractérisé par son indice de réfraction.

L'indice de réfraction d'un milieu transparent correspond au rapport entre la célérité d'une onde se propageant dans le vide et sa célérité dans le milieu. $n = \frac{c}{v}$ Sans unité

- c célérité du vide $c = 3.10^8$ m/s
- v célérité dans le milieu transparent

3.4 Caractéristique d'une onde sonore

Le décibel en acoustique permet d'indiquer le niveau de bruit.

La pression acoustique : la pression acoustique correspond à une grandeur physique qui stimule l'audition humaine. [dB]

L'intensité acoustique : afin de déterminer les chemins de propagation des sons dans un environnement , les études acoustiques utilisent fréquemment l'intensité acoustique. [dB]

La puissance acoustique : afin de comparer deux sources de bruit , il est nécessaire d'utiliser la puissance acoustique .[W]