ONDES 1ère PARTIE

Définition

Une onde se propage. : elle consiste en un transport d'énergie sans transfert de matière. Une perturbation est produite et se transmet de proche en proche, l'onde progresse depuis la source. L'onde se propage dans toutes les dimensions disponibles. Si un milieu matériel est nécessaire à la propagation, l'onde est dite **mécanique**.

Caractéristiques

- Le nombre de dimensions spatiales utilisées pour la propagation ;
- le caractère transversal ou longitudinal de l'onde ;
- l'amplitude et la durée de la perturbation ;

Exemples

- Son : onde mécanique longitudinale 3D.
- Houle : onde mécanique (plutôt) transversale 2D
- Le long de la corde : onde mécanique transversale 1D
- Le long du ressort : onde mécanique longitudinale 1D

- Séisme : onde mécanique Transversale /longitudinale 3D

- Les ondes électromagnétiques sont des ondes périodiques non mécaniques (lumière, rayonnements IR, UV, X, γ, radio, …), elles se propagent aussi dans le vide.

Remarque : Notion de retard

- La perturbation se propage à la célérité v.
- Elle passe par un point M de coordonnée x à la date t.
- Elle passe ensuite par un point M' de coordonnée x', situé à la distance d = x' - x de M, à la date t' (x' > x et t' > t).
- L'écart t' - t est noté τ et est appelé retard au passage de la perturbation en M' (par rapport au passage en M).

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

- M' est perturbé à la date t' comme M l'a été à la date t, l'état de M' à la date t' est identique à l'état de M à la date t' - τ (car t = t'- τ).

Ondes périodiques

La perturbation constitue un phénomène périodique (qui se répète identique à lui même au cours du temps) caractérisé par une valeur de période T (en s) et de sa fréquence f (en Hz). f = 1/T.

Lorsque l'on peut observer le milieu de propagation à un instant donné, on peut voir une succession de motifs de perturbation se propager. La longueur d'onde λ est :

- La distance séparant deux motifs successifs en train de se propager ;
- La distance parcourue par l'onde pendant une période T.

Il y a donc une double périodicité : dans le temps (T) et dans l'espace (λ).

Relation

$$\boldsymbol{\lambda = vT = v/f} \quad \text{(ou } v/\nu\text{)}$$

Amplitude d'une onde

Introduction

Nous avons conscience que l'amplitude de l'onde est étroitement associée à l'énergie transportée par cette onde (évoquer la houle).
Evoquer l'énergie, la puissance, l'intensité d'une onde est donc une façon quasi-directe de considérer son amplitude.

L'énergie E (ou W, le travail), c'est en joules (J).
La puissance P, c'est l'énergie par unité de temps en watt (W), $1W = 1 \ J.s^{-1}$.
L'intensité I, c'est la puissance par unité de surface $I = \frac{P}{S}$, en $W.m^{-2}$.

Echelles logarithmiques *(premier exemple : niveau d'intensité sonore)*

L'idée est qu'avec la grandeur logarithmique (notée y = logx), on avance d'une unité lorsqu'avec la grandeur initiale (notée x) on multiplie, par exemple, par 10.
Si x passe de I_0 à $10 \times I_0$, alors y passe de y_0 à $y_0 + 1$.
Considérons la relation $x = 10^y$.
Partons de $x_0 = 10^{y0}$
Si y augmente d'une unité x est bien multiplié par 10 : $x = 10^{(y0+1)} = 10^{y0} \times 10$.
Nous avons exprimé x en fonction de y.
Nous considèrerons la fonction inverse permettant d'exprimer y en fonction de x.
Cette fonction est appelée logarithme décimal (« log »).
Si $x = 10^y$, alors $y = \log(x)$
Un saut de une unité dans cette échelle logarithmique est en fait un saut d'un ordre de grandeur dans les valeurs de x.
Il existe d'autres fonctions logarithmiques associées à des puissances d'autres nombres que 10…
Prenons maintenant l'exemple des ondes sonores. Il se trouve que les différences d'intensité entre des sons courants (le ronron d'un chat et le moteur d'une avion au décollage) sont immenses. Il est courant de changer la manière de graduer à l'aide d'une **échelle logarithmique,** de manière à se déplacer sur un domaine raisonnable de valeurs (de 0 à 100, par exemple). On définit alors une nouvelle grandeur : le niveau d'intensité sonore L :
$L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$, I_0 étant l'intensité sonore de référence de valeur 10^{-12} $W.m^{-2}$.
L s'exprime en décibels (dB)

D'après ce que l'on a vu sur la fonction log, on comprend qu'une augmentation de 1 dB correspond à une intensité (ainsi qu'à une énergie reçue, finalement) 10 fois plus importante.

Nos oreilles reçoivent donc 10^{11} fois plus d'énergie lorsque nous écoutons le décollage d'un avion (125 dB) que lorsque nous écoutons notre chat ronronner (15 dB)… (*faire le calcul ensemble*)