

Mémento des

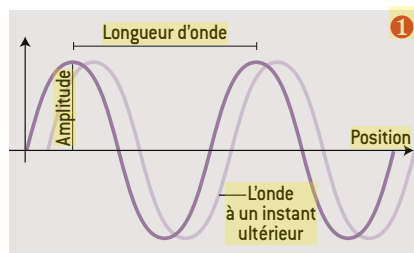
Les ondes, sous leurs nombreuses formes, constituent un aspect essentiel de la réalité physique. En voici les principales notions et un panorama.

ONDES

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

Le terme **ONDE** désigne en général la propagation de proche en proche, à une vitesse finie, de la perturbation d'une certaine grandeur physique (déplacement transversal dans le cas d'une corde vibrante, variation de la hauteur de l'eau dans le cas d'une onde à la surface d'un lac, amplitude et direction du vecteur champ électrique ou magnétique dans le cas d'une onde électromagnétique, etc.).

Une situation répandue et importante sur le plan théorique est celle où la grandeur qui se propage oscille de façon sinusoïdale; dans ce cas, on parle d'**ONDE SINUSOÏDALE** ou d'**ONDE MONOCHROMATIQUE**. Une telle onde se caractérise principalement par sa longueur d'onde ou sa fréquence, son amplitude, sa vitesse et sa direction de propagation ①.



L'**AMPLITUDE** A de l'onde sinusoïdale est le maximum, en valeur absolue, atteint par la grandeur qui oscille. Selon le contexte, le même terme désigne parfois la valeur algébrique $a(r, t)$ de cette grandeur à un instant t et en un point r donnés.

La **LONGUEUR D'ONDE** λ (lettre grecque *lambda*) est la distance minimale qui sépare, le long de la direction de propagation, deux points se trouvant dans exactement le même état d'oscillation à tout instant.

La **FRÉQUENCE** ν (lettre grecque *nu*) est, en chaque point, le nombre de cycles d'oscillation par unité de temps.

La **PULSATION** ω (lettre grecque *oméga*) désigne la quantité $\omega = 2\pi\nu$; elle est parfois abusivement appelée aussi fréquence.

La **PÉRIODE** T est la durée d'un cycle d'oscillation. Fréquence et période sont inverses l'une de l'autre: on a $\nu = 1/T$. Et si l'on note c la vitesse de propagation de l'onde, on a $\lambda = cT$.

Le **VECTEUR D'ONDE** est le vecteur k qui a pour norme (ou longueur) $k = 2\pi/\lambda$ et qui est dirigé dans le sens de la propagation. Le **NOMBRE D'ONDE** désigne en général le nombre $1/\lambda$, c'est-à-dire le nombre de longueurs d'onde contenues dans une unité de longueur.

À une dimension, on peut représenter une onde sinusoïdale se propageant le long de l'axe Ox , dans le sens positif de cette direction, par l'expression:

$$a(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \phi).$$

La **PHASE** ϕ (lettre grecque *phi*) est un angle qui caractérise le décalage (dans le temps ou l'espace) des états d'oscillation entre l'onde sinusoïdale considérée et une onde identique, mais qui atteint son amplitude positive maximale à l'instant $t = 0$ et pour l'abscisse $x = 0$. Le décalage entre deux ondes sinusoïdales semblables $A \cos(\omega t - kx + \phi)$ et $A' \cos(\omega t - kx + \phi')$ est caractérisé par leur **DÉPHASAGE** $\Delta\phi = \phi' - \phi$.

Une onde de forme (spatiale ou temporelle) quelconque peut être assimilée à la somme d'un nombre fini, d'une infinité dénombrable ou d'une infinité continue d'ondes sinusoïdales de fréquences et amplitudes différentes. La composition en fréquences d'une onde, avec les amplitudes respectives, définit son **SPECTRE**.

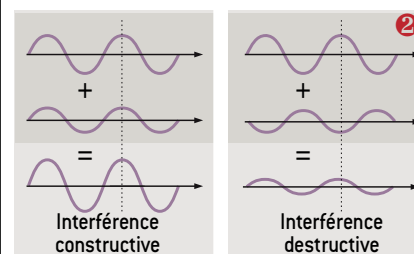
INTERFÉRENCES ET ONDES STATIONNAIRES

Lorsque deux ondes $a_1(r, t)$ et $a_2(r, t)$ se propagent dans une même région de l'espace, leur superposition crée des

INTERFÉRENCES ②. Si les amplitudes des ondes ne sont pas trop élevées, on est dans un régime dit linéaire (cas classique) et les deux ondes s'additionnent: en chaque point r et à tout instant t , l'onde résultante $a(r, t)$ est égale à la somme des deux ondes:

$$a(r, t) = a_1(r, t) + a_2(r, t).$$

C'est le **PRINCIPE DE SUPERPOSITION LINÉAIRE**.



Pour deux ondes sinusoïdales de même fréquence, se propageant à la même vitesse et dans le même sens, on a **INTERFÉRENCE CONSTRUCTIVE** si les deux ondes sont en phase (déphasage nul, les amplitudes s'ajoutent) et **INTERFÉRENCE DESTRUCTIVE** si les deux ondes sont en opposition de phase (déphasage égal à $\pm\pi$, les amplitudes se soustraient).

Lorsqu'une onde sinusoïdale s'ajoute à une onde identique, mais se propageant dans le sens opposé, le résultat est une **ONDE STATIONNAIRE** ③:

$$\begin{aligned} \text{si } a_1(x, t) &= A \cos(\omega t - kx) \\ \text{et } a_2(x, t) &= A \cos(\omega t + kx), \\ \text{alors } a(x, t) &= a_1(x, t) + a_2(x, t) = \\ &= 2A \cos kx \cos \omega t. \end{aligned}$$

