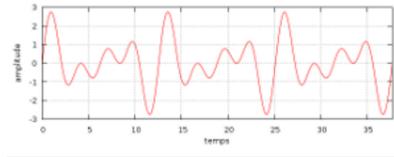


Soit un signal périodique temporellement (on fixe x et on regarde l'évolution temporelle de l'amplitude d'une onde progressive périodique qui passe en x).



Signal périodique

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos\left(n \frac{2\pi}{T} t\right) dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin\left(n \frac{2\pi}{T} t\right) dt$$

Décomposition en série de Fourier : sous certaines conditions, toute fonction périodique peut se décomposer en une somme de fonctions sinusoïdales.

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\left(n \frac{2\pi}{T} t\right) + b_n \sin\left(n \frac{2\pi}{T} t\right)$$

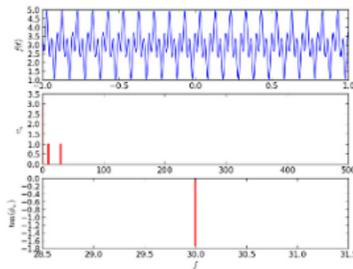
Spectre d'un signal

Spectre en amplitude

c_n en fonction de $n \frac{2\pi}{T} = n f_0$

Spectre en phase

φ_n en fonction de $n \frac{2\pi}{T} = n f_0$



Spectre

Autre décomposition

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \cos\left(n \frac{2\pi}{T} t - \varphi_n\right)$$

$$c_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

$$\tan \varphi_n = \frac{b_n}{a_n}$$

Amplitude

A

Pulsation (temporelle)

$$\omega \text{ (rad.s}^{-1}\text{)} = \frac{2\pi}{T \text{ (s)}} = 2\pi f \text{ (Hz)}$$

Vecteur d'onde (pulsation spatiale)

$$k \text{ (rad.m}^{-1}\text{)} = \frac{2\pi}{\lambda \text{ (m)}} = 2\pi \sigma \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

Phase à l'origine

φ (rad)

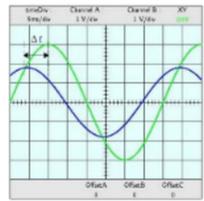
Représentation mathématique

$$f(x, t) = A \cos(\omega t - kx - \varphi)$$

Relation de dispersion

$$k = \frac{\omega}{v}$$

Double regard



Déphasage entre deux signaux synchrones

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \omega \Delta t$$

La **fréquence apparente** de l'onde émise par **une source en mouvement** est différente de celle émise par la source au repos.

La fréquence apparente est plus élevée.

La source S s'approche du récepteur R.

$$f_R = \frac{1}{1 - v/c} f_S$$

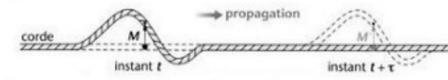
La fréquence apparente est moins élevée.

La source S s'éloigne du récepteur R.

$$f_R = \frac{1}{1 + v/c} f_S$$

Effet Doppler-Fizeau

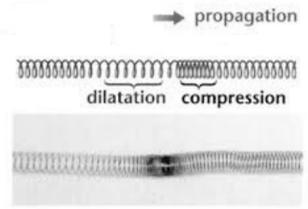
Ondes progressives



Une onde progressive est le phénomène de **propagation** d'une **perturbation** dans l'espace.

Il y a propagation d'énergie, mais pas de matière.

Onde transversale : onde dont la perturbation est **orthogonale** à la direction de propagation.



Onde longitudinale : onde dont la perturbation est **colinéaire** à la direction de propagation.

Célérité : vitesse de propagation de la perturbation.

$$v \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$$

Retard temporel : décalage temporel entre le départ de la perturbation et son arrivée sur une distance d.

$$\tau \text{ (s)} = \frac{d \text{ (m)}}{v \text{ (m.s}^{-1}\text{)}}$$

Décalage spatial : distance d parcourue pendant le retard temporel.

$$d = v \tau$$

Onde progressive se propageant dans le sens des x croissants

$$f(x - vt)$$

Onde progressive se propageant dans le sens des x décroissants

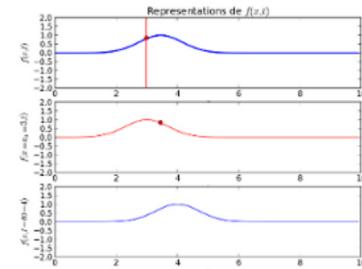
$$g(x + vt)$$

Onde progressive se propageant dans les deux sens

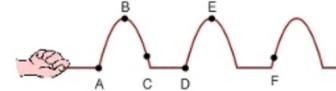
$$f(x - vt) + g(x + vt)$$

On fixe x (on regarde l'évolution de l'amplitude à une abscisse x)

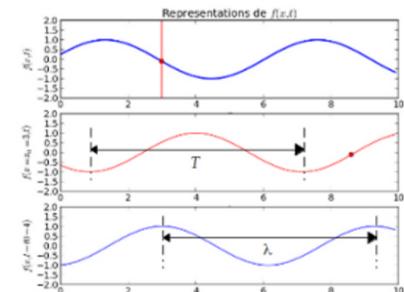
On fixe t (on regarde la répartition de l'amplitude dans l'espace)



Double regard



Une onde progressive périodique est le phénomène de propagation d'une perturbation **périodique** dans l'espace.



Ondes progressives périodiques

Double regard

Période spatiale : distance séparant deux points consécutifs en phase (A et D, B et E ou C et F par exemple).

$$\lambda$$

Une double périodicité apparaît.

Période temporelle : durée de parcours d'une période spatiale.

$$T$$

Une onde progressive périodique parcourt une longueur d'onde en une période.

$$v = \frac{\lambda}{T}$$