

Chapitre N°8 : Ondes et signaux

Une onde est la propagation d'une perturbation dans un milieu (matériel ou non). Une onde correspond à un transport d'énergie.

On distinguera deux cas particuliers pour la propagation des ondes :

- les ondes mécaniques qui requièrent un milieu matériel pour se propager (par exemple le son) ;
- les ondes électromagnétiques qui peuvent se propager aussi bien dans un milieu matériel que dans le vide (par exemple les ondes radio ou la lumière).

L'étude des signaux des ondes constituent la représentation temporelle enregistrée par un capteur mesurant l'onde.

1/ Décomposition d'un signal périodique

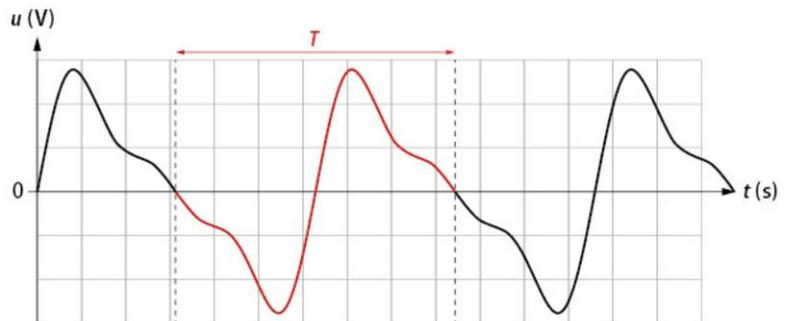
a/ Signaux périodiques

Un signal est dit périodique si un motif élémentaire se répète au cours du temps.

La période T d'un signal est

.....

La fréquence f_1 , appelée fréquence du fondamentale, est exprimée en hertz (Hz) et est liée à la période T (en s) du signal :



b/ Décomposition de Fourier

Le mathématicien Joseph Fourier (1768-1830) a montré que tout signal périodique de période T, de fréquence fondamentale f_1 , peut s'exprimer sous la forme d'une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples de f_1 , appelée série de Fourier :

$$s(t) = A_0 + A_1 \times \sin(1 \times 2\pi f_1 t + \phi_1) + A_2 \times \sin(2 \times 2\pi f_1 t + \phi_2) + \dots + A_n \times \sin(n \times 2\pi f_1 t + \phi_n)$$

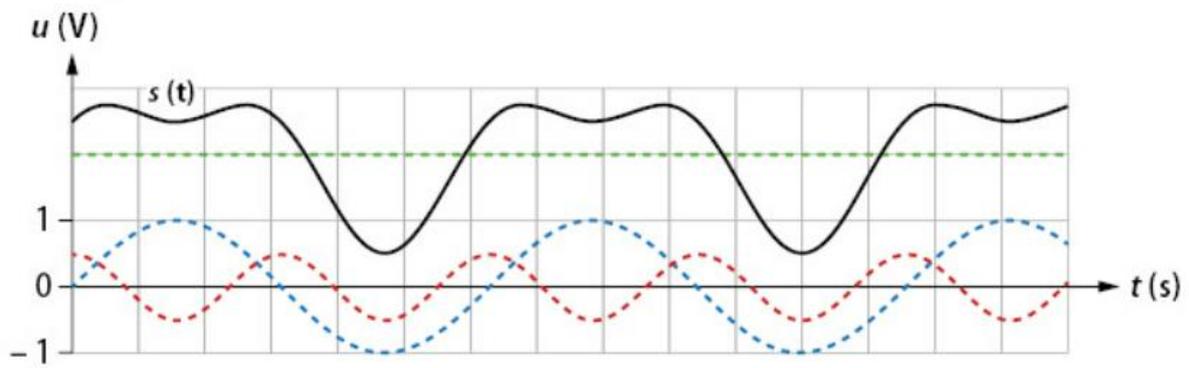
$$s(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \times \sin(n \times 2\pi f_1 t + \phi_n)$$

A_0 : amplitude de la composante continue du signal (valeur moyenne)

A_n : amplitude de la composante sinusoïdale de fréquence f_n

ϕ_n : phase à l'origine de la composante sinusoïdale de fréquence f_n (comprise entre $-\pi$ et π).

Exemple : Ci-dessous, le signal périodique de fréquence f_1 peut se décomposer de la manière suivante :



$$s(t) = 2 + 1 \times \sin(1 \times 2\pi f_1 t) + 0,5 \times \sin\left(2 \times 2\pi f_1 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Amplitude de la composante continue

Composante sinusoïdale de fréquence f_1 , d'amplitude 1 et de phase à l'origine nulle.

Composante sinusoïdale de fréquence $2 \times f_1$, d'amplitude 0,5 et de phase à l'origine $\pi/2$.

c/ Spectre d'amplitude d'un signal périodique

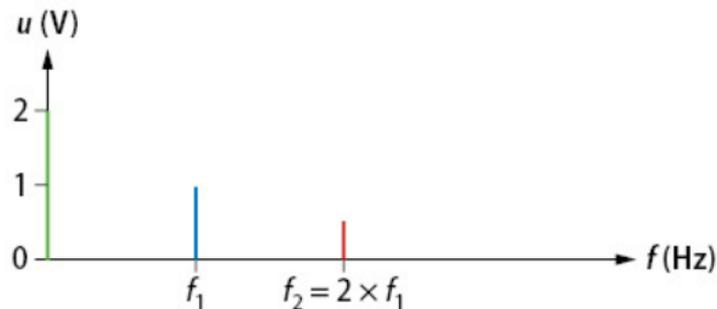
Le spectre d'amplitude d'un signal périodique est une représentation graphique permettant de visualiser :

-
-
-

La fréquence du fondamentale f_1 correspond à la fréquence la plus petite du spectre en amplitude, différente de 0 Hz.

On nomme « les harmoniques », les composantes sinusoïdales du signal dont les fréquences sont des multiples de la fréquence de la fondamentale.

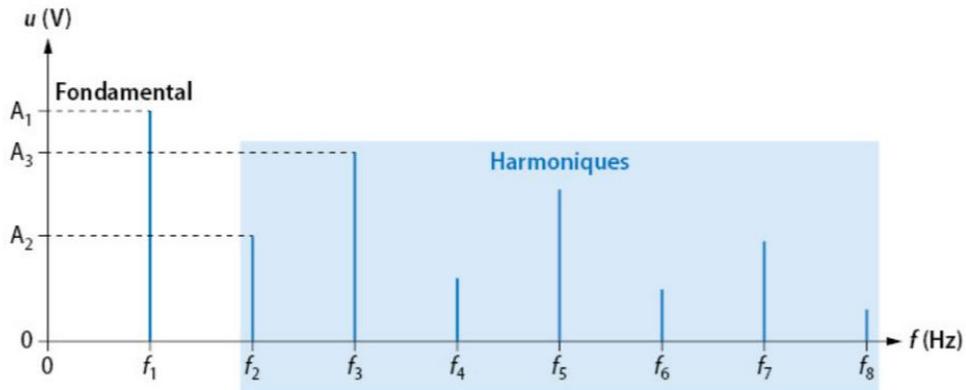
Exemple : En reprenant le signal de l'exemple précédent, le spectre d'amplitude est le suivant :



$$s(t) = 2 + 1 \times \sin(1 \times 2\pi f_1 t) + 0,5 \times \sin\left(2 \times 2\pi f_1 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Le signal a donc un seul harmonique présent en plus du fondamentale et il s'agit de l'harmonique de rang 2.

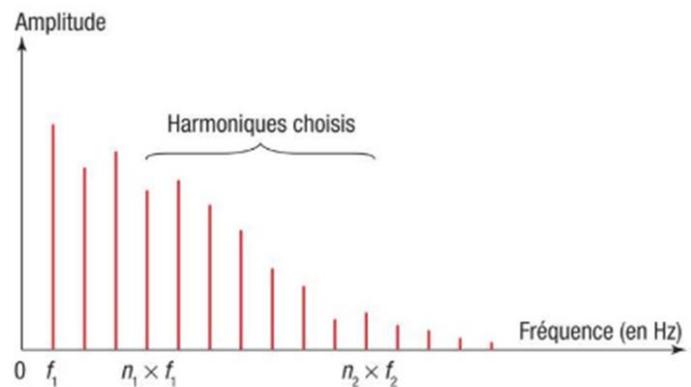
Remarque : A partir du spectre d'amplitude, il est possible de déterminer la fréquence de fondamental f_1 et les fréquences f_n des harmoniques présents ou non. Pour chaque fréquence supérieure à f_1 , on peut calculer son rang n sachant que $n = f_n / f_1$, n étant un entier naturel non nul.



2/ Transmission d'un signal

Lors de la transmission d'un signal, on doit être amené à réduire la quantité d'informations à envoyer. Pour cela, on peut être amené à ne sélectionner que certaines fréquences et ainsi choisir une bande de fréquences Δf réduite.

La bande de fréquences à choisir se calcule alors de la manière suivante :



où f_1 est la fréquence du fondamental, n_2 et n_1 sont les rangs des harmoniques

JE DOIS SAVOIR :



- Comprendre qu'un signal périodique quelconque peut être décomposé en une somme d'un signal continu (composante continue) et de signaux sinusoïdaux.
- Identifier la fréquence du fondamental d'un signal périodique.
- Exploiter un spectre d'amplitude d'un signal périodique pour déterminer la valeur absolue de la composante continue, l'amplitude et la fréquence du fondamental et des harmoniques présents.
- Déterminer le rang d'un harmonique à partir de sa fréquence et de la fréquence du signal.
- Relever expérimentalement le spectre d'amplitude d'une onde périodique : déterminer la fréquence du fondamental et des harmoniques.
- Déterminer l'intervalle de fréquence nécessaire pour transmettre un signal comportant un ensemble d'harmoniques choisis.