

CHAPITRE 6 : SIGNAUX PÉRIODIQUES

Une démarche scientifique correctement menée passe par l'étape fondamentale de l'observation. Qu'il s'agisse du changement de couleur d'une solution ou bien de l'évolution d'une tension électrique, la variation de ce qu'on appelle **signal** constitue le support des études expérimentales.

L'exploitation d'un signal permet d'ailleurs ensuite la conception de modèles permettant de décrire, prédire ou tout simplement simplifier des phénomènes.

Nous sommes ainsi d'accord sur le caractère fondamental du signal en sciences physiques et nous l'étudierons dans une première partie. Nous nous pencherons ensuite précisément sur les signaux périodiques qui ont un intérêt tout particulier pour nos études scientifiques.

QUESTION

I - Qu'est-ce qu'un signal ?

A Le signal en sciences physiques

Pour définir ce qu'est un signal, il faut répondre à trois questions :

- Un même phénomène peut-il être décrit par plusieurs signaux ?
- Qu'étudie-t-on lorsqu'on acquiert un signal ?
- Dans quel but acquiert-on un signal ?

DÉFINITION

Signal :

Remarque :

- ↪ En fonction de la grandeur étudiée, il peut exister plusieurs signaux pour un même phénomène :
- ↪ On étudie toujours la variation d'une grandeur (**variable**) en fonction d'un **paramètre** :
- ↪ Le scientifique cherche une information précise : le traitement d'un signal est donc **subjectif**.

B Représentations d'un signal

L'acquisition d'un signal répond à une recherche d'information précise. Cela nécessite ainsi un choix pertinent de la représentation utilisée pour le traitement du signal.

1 Expression mathématique

Soient s le signal étudié et $f : t \mapsto f(t)$ une fonction à valeurs réelles.

Exemples :

2 Représentation temporelle

Le signal est représenté sous la forme d'un graphe représentant en ordonnée la valeur du signal $s(t)$ et en abscisse l'instant t . Il s'agit de la courbe représentative de la fonction f .

Exemples :

3 Autres types de représentations

Il existe d'autres représentations. Nous verrons au cours de ce chapitre la représentation de Fresnel ainsi que la représentation spectrale.

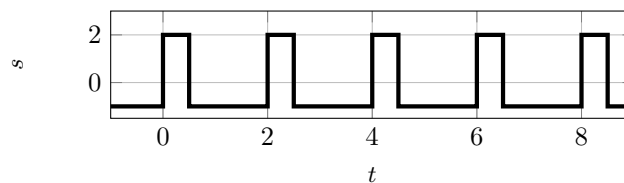
Remarque :

C Caractéristiques des signaux périodiques

DÉFINITION

Signal périodique :

Exemple fil-rouge :



On peut ainsi définir plusieurs grandeurs qui découlent de cette définition.

1 Période, Fréquence

DÉFINITION

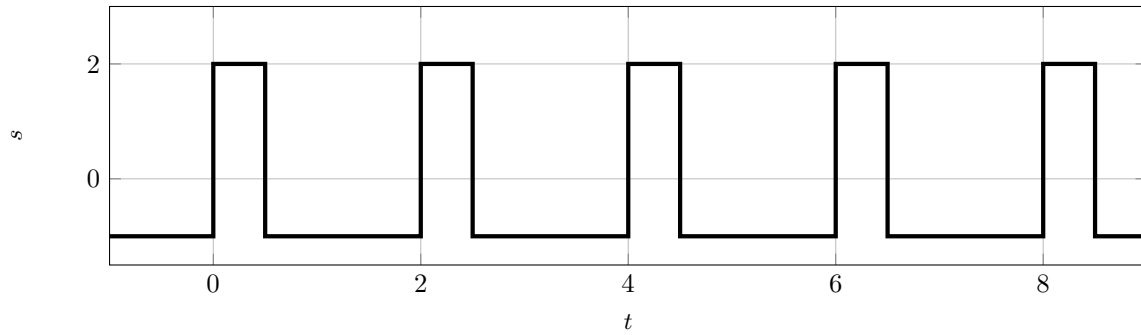
Période : Plus petit intervalle de temps entre deux répétitions à l'identique du signal. On la note T et elle a la dimension d'une durée.

Fréquence : Nombre de répétitions à l'identique du signal par intervalle de temps. On la note f et elle a la dimension de l'inverse d'une durée.

Ces deux grandeurs sont liées par la relation :

$$T = \frac{1}{f}$$

Exemple fil-rouge :

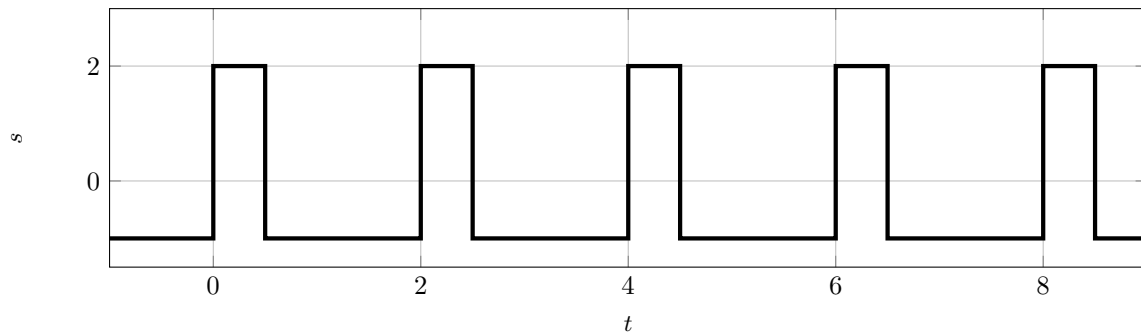


2 Amplitude

DÉFINITION

Amplitude : L'amplitude A d'un signal est la moitié de l'écart entre les valeurs maximale A_{\max} et minimale A_{\min} du signal :

Exemple fil-rouge :



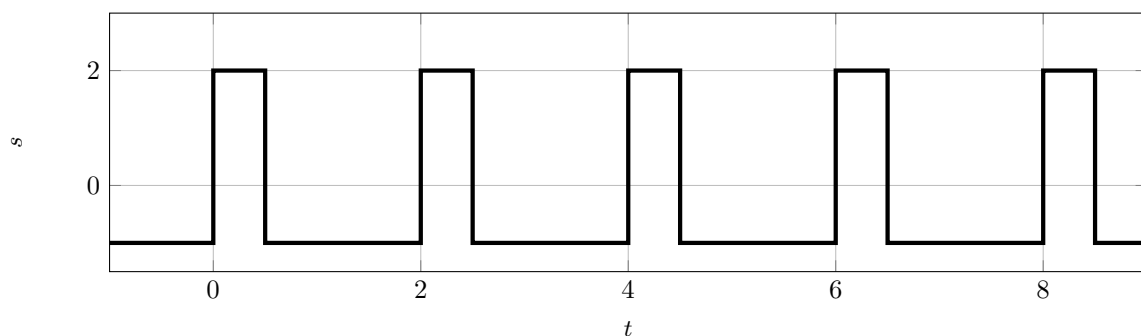
Remarque :

3 Valeur moyenne

DÉFINITION

Valeur moyenne d'un signal : Soit un signal s de période T . On note $\langle s \rangle$ ou \bar{s} sa valeur moyenne dont l'expression est :

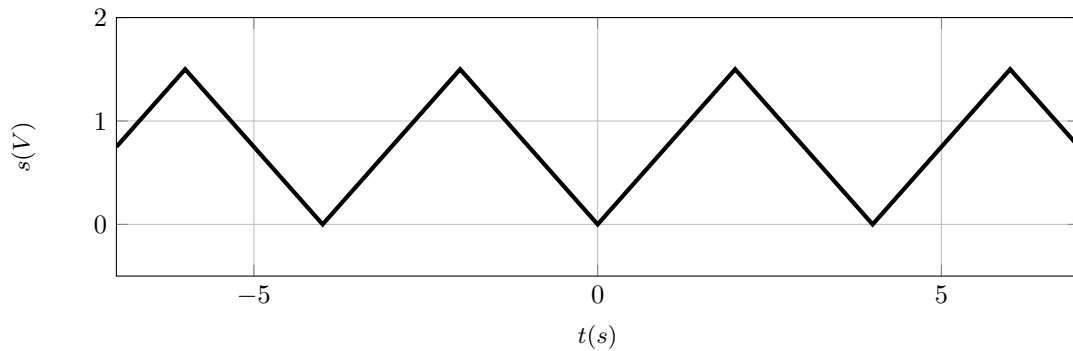
Exemple fil-rouge :



Remarques :

APPLICATION DIRECTE N°1

Donner la période, l'amplitude, la fréquence et la valeur moyenne du signal suivant :



II - Signal sinusoïdal

A Caractéristiques d'un signal sinusoïdal

① Deux expressions du signal sinusoïdal pur

PREMIÈRE EXPRESSION

Un signal sinusoïdal **pur** s de période T peut s'exprimer de la manière suivante :

Remarques :

DEUXIÈME EXPRESSION

Un signal sinusoïdal pur s de période T peut s'exprimer de la manière suivante :

Remarques :

ÉQUIVALENCE DES DEUX EXPRESSIONS

Remarque :

⚠ Remarque importante :

② Phase initiale**REPRÉSENTATION TEMPORELLE DU SIGNAL SINUSOÏDAL PUR**

Soit s un signal sinusoïdal pur d'amplitude C , de période T et de phase initiale φ . On le représente ainsi :



EXPRESSION DU DÉCALAGE TEMPOREL

Le décalage temporel τ d'un signal sinusoïdal pur de période T et de phase initiale φ est donné par l'expression :

On peut donc connaître la phase initiale en mesurant l'écart entre l'origine et le maximum du signal le plus proche :

DOMAINE DE VARIATION DE τ

La phase est, par définition, comprise entre $-\pi$ et π .
Donc, τ est compris entre $-\frac{T}{2}$ et $\frac{T}{2}$.

Remarque :

3 Pulsation**DÉFINITION**

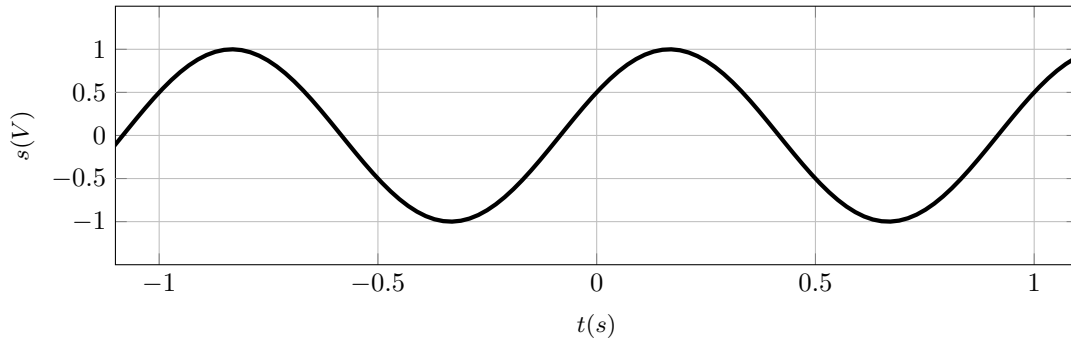
Pulsation :

On peut ainsi écrire les expressions suivantes pour un signal sinusoïdal pur :

Remarque :

APPLICATION DIRECTE N°2

Donner la phase initiale et la pulsation du signal suivant. La phase peut être obtenue par deux méthodes.



4 Signal sinusoïdal quelconque

EXPRESSION D'UN SIGNAL SINUSOÏDAL

Un signal sinusoïdal quelconque est la somme d'un signal sinusoïdal **pur** et d'un signal constant appelé **composante continue** du signal.

L'expression d'un signal sinusoïdal s est alors :

Remarque :

B Déphasage entre deux signaux sinusoïdaux

La phase initiale d'un signal dépend du choix de l'origine temporelle d'étude. En effet, nous prenons généralement une origine arbitraire des temps lorsque nous étudions un signal.

L'étude de cette phase prend tout son sens lors de la comparaison de deux signaux.


DÉFINITION

Phase instantanée d'un signal sinusoïdal :

Déphasage entre deux signaux sinusoïdaux :

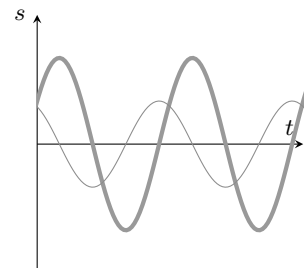
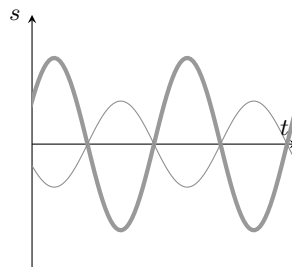
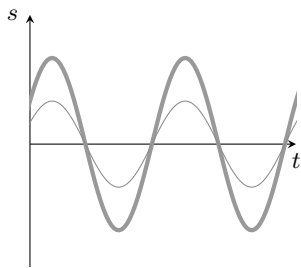
EXPRESSION DU DÉPHASAGE ENTRE SIGNAUX SINUSOÏDAUX

Soient s_1 et s_2 deux signaux sinusoïdaux de pulsations respectives ω_1 et ω_2 et de phases initiales respectives φ_1 et φ_2 .

 Remarque importante :

Vocabulaire :

Exemples :



MÉTHODE DE MESURE DU DÉPHASAGE

Remarque :

Vocabulaire :

C Pourquoi étudier des signaux sinusoïdaux ?**THÉORÈME DE FOURIER**

Soit s un signal périodique de fréquence f . Ce signal peut s'écrire comme la somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples de f .

Cette somme constitue la décomposition en **série de Fourier** du signal :

$$s(t) = s_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} C_n \cos(2\pi nft + \varphi_n)$$

où $n \in \mathbb{N}^*$, $C_n \in \mathbb{R}^+$, $\varphi_n \in]-\pi; \pi[$

Vocabulaire :