

1 DEFINITION D'UN SIGNAL.

📖 *Un signal électrique est la variation d'une grandeur électrique (tension ou courant) en fonction du temps.*

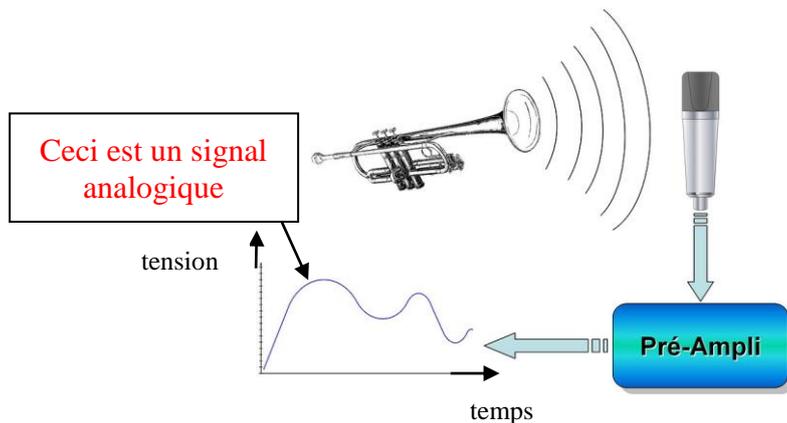
⇒ On distingue 3 types de signaux : *signaux analogiques*, *signaux logiques* et *signaux numériques*.

La représentation d'un signal électrique en fonction du temps est appelée *chronogramme*.

1.1 Signaux analogiques (Analog signals).

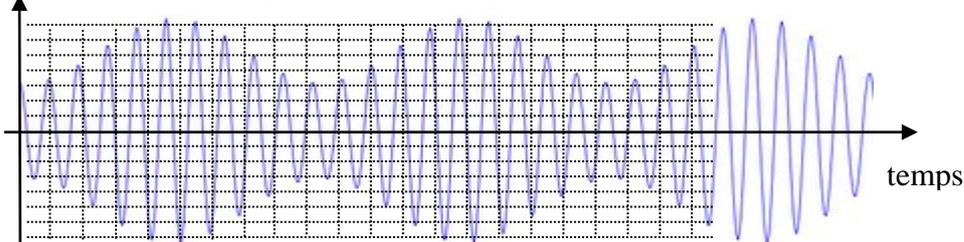
Exemple : sortie de microphone :

Le niveau électrique en sortie d'un microphone varie en fonction de l'intensité sonore qu'il capte : nulle ou très faible lors d'un silence et très élevée lors d'un passage d'avion proche. Sur l'appareil de mesure, on constate une variation d'intensité analogue à celle de la source (le son).



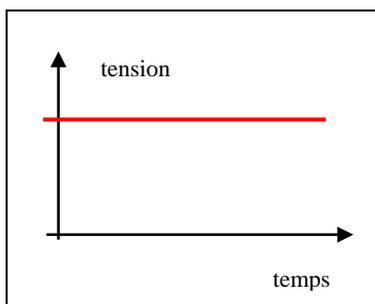
⇒ **Définition :** *Un signal est dit analogique, si l'amplitude de la grandeur porteuse de l'information prend une infinité de valeurs dans un intervalle de temps donné.*

🔍 Rechercher un signal modulé en amplitude et le dessiner ci-dessous :



🔍 Le signal est-il analogique ? **OUI**

🔍 Rechercher trois exemples fournissant un signal analogique continu et dessiner la courbe en fonction du temps :
Batterie d'accumulateurs, pile, photopile, générateur à courant continu, ...



■ **Signal analogique constant :**

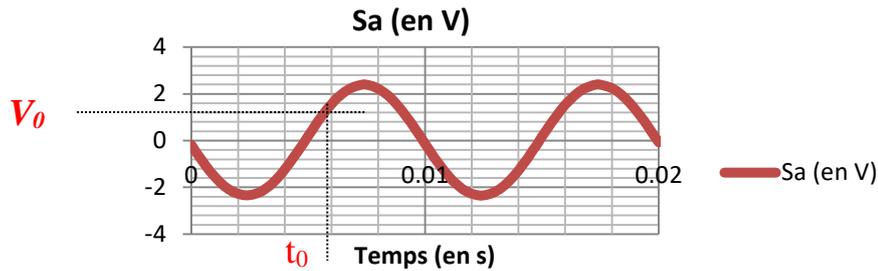
🔍 Indiquer la caractéristique principale de la valeur de l'amplitude

L'amplitude du signal est constante quelque soit le temps t.

🔍 Rechercher trois exemples fournissant un signal analogique variable :

Transformateurs, alternateurs, onduleurs.

🔍 Dessiner ci-dessous un signal sinusoïdal :



■ **Signal analogique variable** : l'amplitude du signal $Sa(t)$ à l'instant t est appelée **valeur instantanée**, $Sa(t_0) = V_0$ est appelée **valeur initiale**

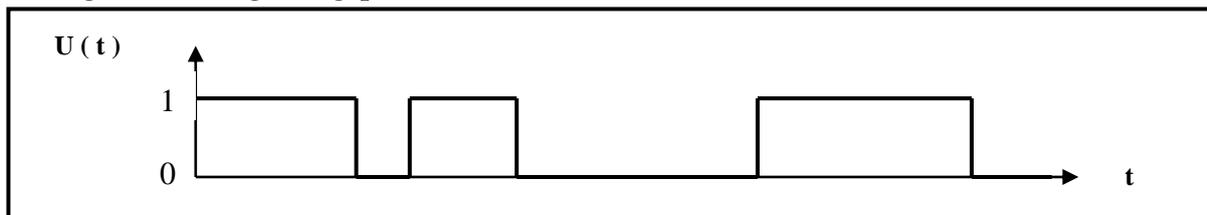
1.2 Signaux logiques (Logic signals).

🔗 Rechercher et donner trois exemples de signaux logiques :

Signal émis par un contact électrique ouvert ou fermé, capteur tout ou rien (T.O.R.)...

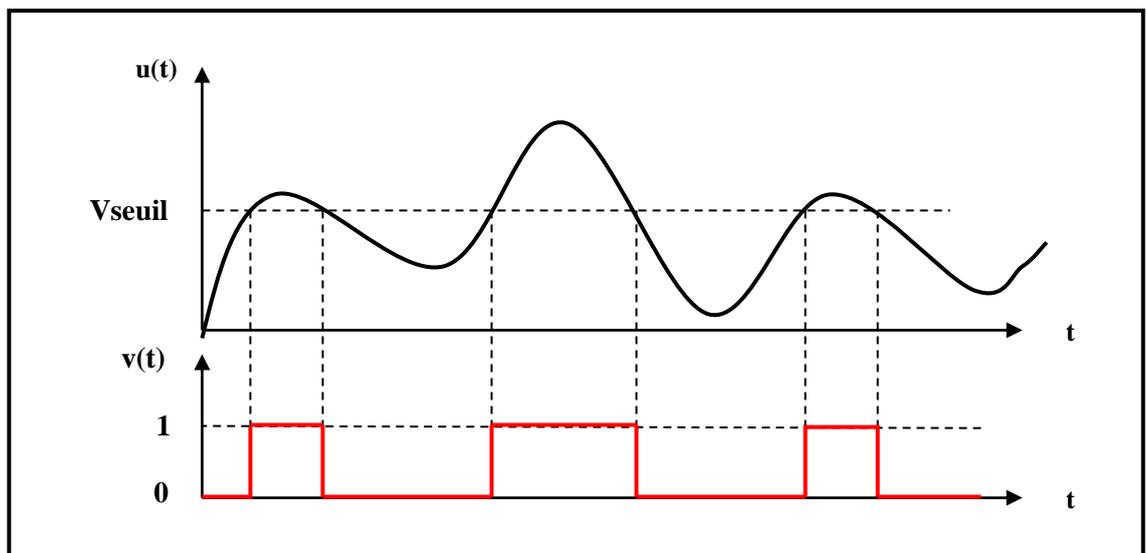
⇒ **Définition** : Le signal est dit **logique** si l'amplitude de la grandeur porteuse de l'information ne peut prendre que **deux valeurs** dans le temps.

- **Chronogramme du signal logique $U(t)$.**



⇒ **Remarque 1** : Les 2 valeurs prises par la grandeur porteuse de l'information seront associées à des niveaux logiques que l'on nommera 0 (niveau logique bas) ou 1 (niveau logique haut).

- **Exemple :**



■ Si $u(t) > V_{seuil}$ alors $v(t) = 1$ et si $u(t) < V_{seuil}$ alors $v(t) = 0$.

🔗 Compléter alors $v(t)$.

Conclusion : Le signal $v(t)$ est logique alors que le signal $u(t)$ est analogique.

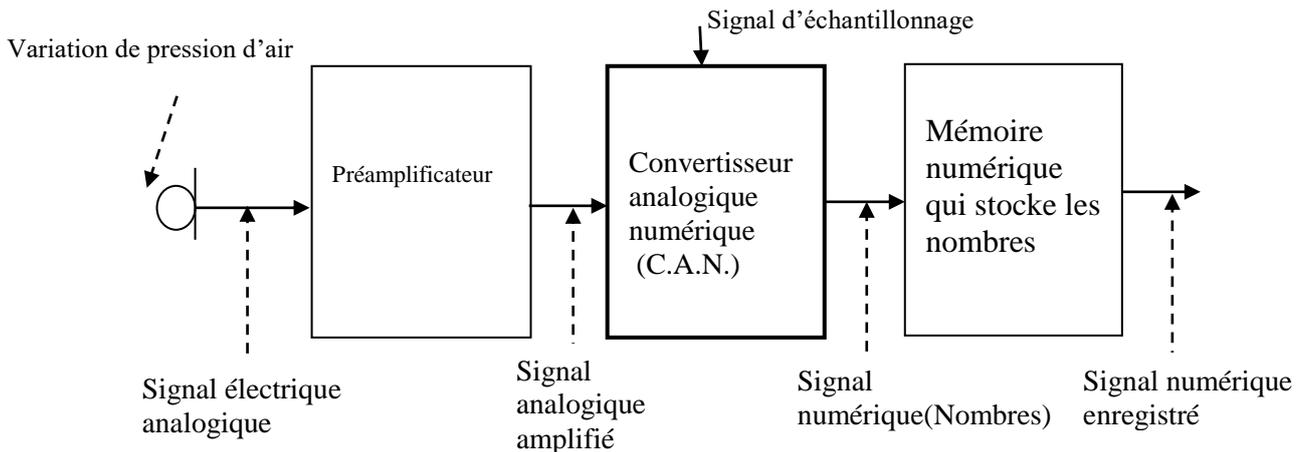
1.3 Signaux Numériques (digital signals).

🔗 Rechercher et donner trois exemples de signaux numériques :

Codage MP3 d'un son, codeur absolu (ex : position réelle d'une tourelle de char), TNT, Codage d'un Compact Disc,...

La sortie d'un microphone est un signal électrique analogique (variation continue en fonction du temps) représentatif de la variation de pression de l'air (son). Avant d'enregistrer (et aussi pour le traiter) ce signal électrique, il faut d'abord le transformer en un signal numérique. Cette opération consiste à prélever à intervalles réguliers des échantillons du signal et chaque échantillon est transformé en nombre.

Diagramme de C.A.N. et enregistrement



Pour que le signal numérique (nombres binaires) soit le plus proche possible du signal analogique il faut que :

→ La fréquence d'échantillonnage F_{ECH} soit la plus élevée possible, c'est-à-dire que les intervalles de prises d'échantillons soient les plus faibles possibles.

Dans la réalité il faut respecter un certain Monsieur SHANNON qui disait : $F_{ECH} \geq 2 \times F_{MAX}$
 F_{MAX} : fréquence maximale du signal analogique. Pour un CD audio $F_{ECH} = 44,1$ kHz.

→ Le nombre de bits (résolution) en sortie du convertisseur doit être le plus grand possible.
 Pour un CD audio, la résolution est de 16 bits pour chaque voie.

Simulation sous ISIS : Etude avec une tension d'entrée continue

✎ Ouvrir le fichier CAN, modifier la valeur de la tension d'entrée VIN en volts(V) (cliquer sur STOP et double click sur ) , simuler (cliquer sur PLAY) puis compléter la colonne Nombre représenté par [D7..D0] en base 16 suivant pour les différentes valeurs de VIN.

✎ Compléter la colonne Nombre représenté par [D7..D0] en base 10 en utilisant la calculatrice de Windows.

VIN en volts (V)	Nombre représenté par [D7..D0] en base 16	Nombre représenté par [D7..D0] en base 10
-1	00	0
0	00	0
1	33	51
2	66	102
2,5	80	128
2.51953	80	128
4	CC	204
4.98	FE	254
5	FF	255
6	FF	255

✎ Quelle est la valeur maximale du nombre en base 10(décimal) ? 255

- ✎ Quelle est la valeur minimale du nombre en base 10(décimal) ? **0**
- ✎ Que remarquez-vous pour $V_{IN} = -1V$ et $V_{IN} = 0V$? **On obtient le même nombre 0**
- ✎ Que remarquez-vous pour $V_{IN} = 2.5V$ et $V_{IN} = 2.51953V$? **On obtient le même nombre 128**
- ✎ Que remarquez-vous pour $V_{IN} = 5V$ et $V_{IN} = 6V$? **On obtient le même nombre 255**

Conclusion : **On ne peut coder que les tensions comprises entre 0 V et 5 V.**
Il y a 256 nombres pour le codage.
On peut obtenir le même nombre pour plusieurs valeurs de tension.

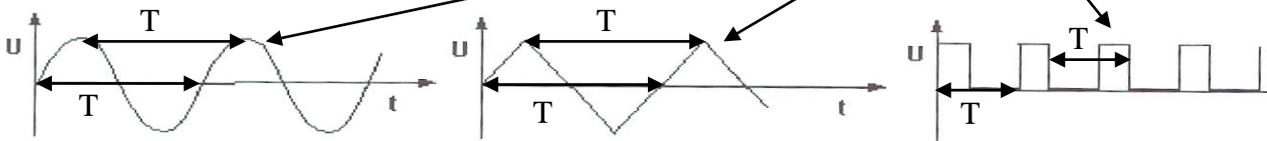
⇒ **Définition :** *Un signal numérique ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs dans un intervalle de temps donné. La grandeur associée est alors quantifiée à l'aide d'un nombre. Le signal numérique est donc une suite de nombres.*

2 CARACTERISTIQUES DES SIGNAUX PERIODIQUES.

📖 Un signal est dit périodique si une portion de ce signal se répète identiquement à elle-même par intervalle de temps identique.

2.1 Formes des signaux.

- Les signaux les plus couramment utilisés sont de forme **sinusoïdale**, **triangulaire** ou **rectangulaire**.

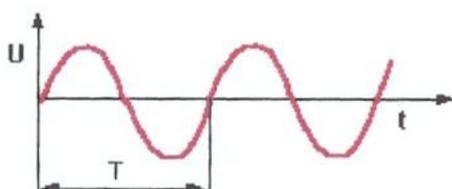


2.2 Période et fréquence.

- La période **T** est la durée d'un cycle du signal en *seconde(s)*.
- ✎ Identifier sur les signaux précédents la période.
- La fréquence **f** est le nombre de cycles par seconde en *hertz(Hz)*.

- La relation entre **f** et **T** est : $f = 1/T$

- Exemple :



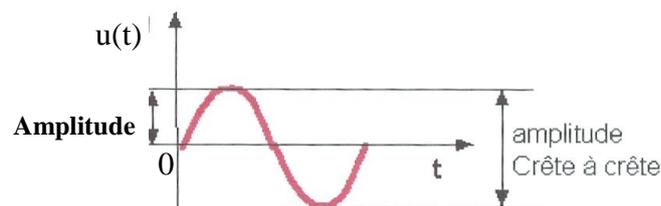
Exemple du réseau EDF

$$f = 50 \text{ Hz} \rightarrow T = 1/f = 1/50 = 0,02 \text{ s}$$

⇒ **Remarque :** *Le signal fourni par le réseau EDF est un signal alternatif sinusoïdal.*

2.3 Amplitude.

- Pour un signal sinusoïdal $u(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$, **A** est l'*amplitude maximale du signal* que l'on peut nommer **U_{max}** ou **U_{crête}** (notée \hat{U}).



2.4 Valeur moyenne.

- La valeur de la composante continue est la *valeur moyenne* du signal électrique.

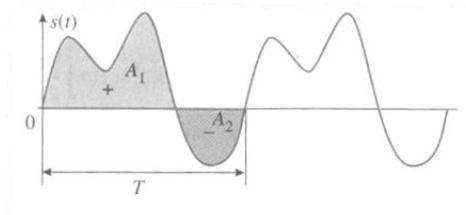
- La valeur moyenne d'un signal se *mesure* à l'aide d'un *voltmètre en position continue (CC ou DC)*.
- La valeur moyenne d'un signal ne peut être calculée que pour des signaux périodiques.

Simulation sous ISIS : Etude moteurs

Sous ISIS, ouvrir le fichier Valeur moyenne. Cliquer sur PLAY.

- ✎ Que constatez-vous au niveau de la vitesse des deux moteurs ? **Les deux moteurs ont la même fréquence de rotation.**
- ✎ Justifier ce résultat : **Le premier moteur est alimenté par un signal rectangulaire VIN dont la valeur moyenne est de 12 V. Le deuxième moteur est alimenté par un signal continu VCC de 12V, donc la valeur moyenne est de 12V. Les deux moteurs ont la même fréquence de rotation car les deux signaux ont la même valeur moyenne.**

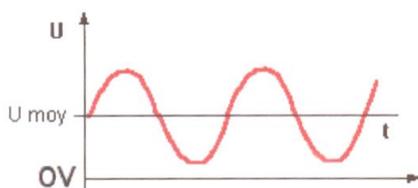
2.4.1 Expression mathématique.



⇒ Remarque : la valeur moyenne est la somme algébrique des aires A_1 et A_2 divisée par la période T :

$$\langle S \rangle = (A_1 + A_2) / T \quad \text{Attention dans notre exemple } A_2 \text{ est négative.}$$

■ Exemple :

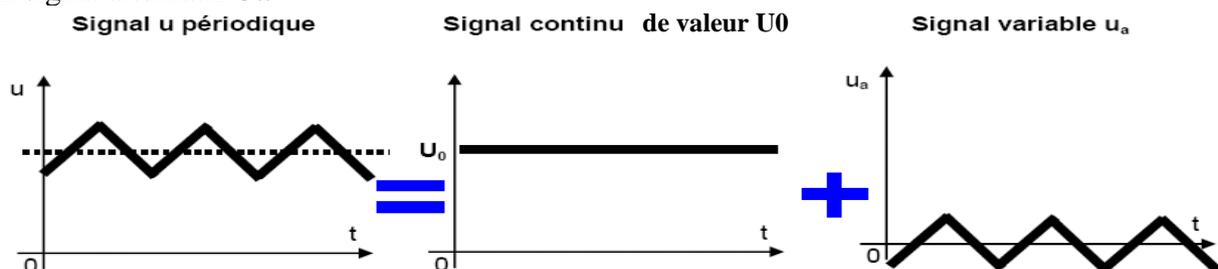


- Si la valeur moyenne d'un signal est nulle, le signal est dit *alternatif*.

2.5 Décomposition d'une grandeur périodique

Tout signal u périodique se décompose suivant la somme de deux signaux :

- un signal continu de valeur U_0
- un signal alternatif U_a



Simulation sous ISIS :

Sous ISIS, ouvrir le fichier Decomposition signal. Cliquer sur PLAY. Vérifier les valeurs.

2.6 Valeur efficace.

■ L'intensité efficace d'un courant périodique est égale à l'intensité I d'un courant continu qui passant dans la résistance R produirait le même dégagement de chaleur (effet Joule).
On désigne l'intensité efficace par la lettre majuscule I .

⇒ *Remarque : Cette définition relative à une intensité peut être étendue à une tension puisque, pour une résistance, courant et tension sont proportionnels.*

■ La valeur efficace d'un signal se **mesure** à l'aide d'un voltmètre en **position AC** ou **AC+DC** s'il est qualifié **Mesure efficace vraie** ou **TRMS** (True Root Mean Square).

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

Formule valable pour un signal sinusoïdal



Simulation sous ISIS :

✍ Sous **ISIS**, ouvrir le fichier **Valeur efficace**. Cliquer sur **PLAY**.

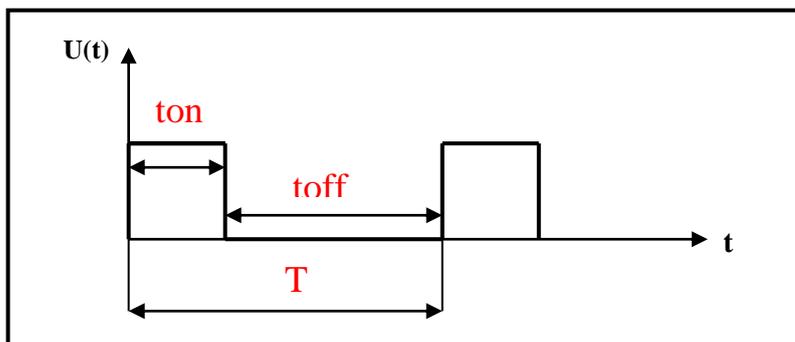
✍ Modifier la tension du signal V2 (double click sur V2) pour que les deux moteurs aient la même vitesse.

$$\text{Tension} = 1 \times \sqrt{2} = 1,414 \text{ V}$$

✍ En déduire le rapport entre l'amplitude de V1 et la valeur de V2 : $1 \text{ V} / 1,414 \text{ V} = 0,707$

2.7 Rapport cyclique.

■ Dans le cas particulier d'un signal rectangulaire, on définit le rapport cyclique comme le rapport de la durée de l'état haut (ton) sur la période du signal (T). **Le rapport cyclique est sans unité.**



Rapport cyclique :

$$\eta = \frac{\text{ton}}{T}$$

✍ Indiquer sur le chronogramme les temps **ton**, **toff** et **T**. Compléter la formule du rapport cyclique.

3 CLASSIFICATION DES SIGNAUX VARIABLES

Les signaux variables peuvent être classés :

- Les **signaux unidirectionnels** circulent toujours dans le même sens. Les intensités et les tensions qui leur correspondent sont toujours du même signe.
- Les **signaux bidirectionnels** ne circulent pas toujours dans le même sens. Les intensités et les tensions qui leur correspondent sont tantôt positives, tantôt négatives.

Un signal unidirectionnel ou bidirectionnel peut être périodique ou non périodique.