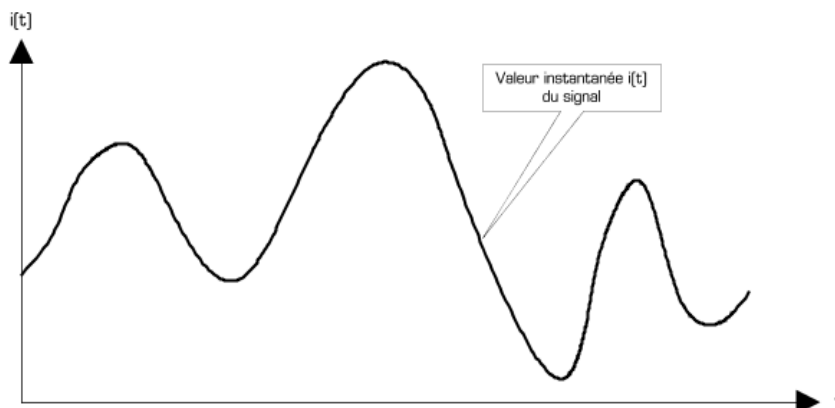


## 1. Définition d'un signal analogique

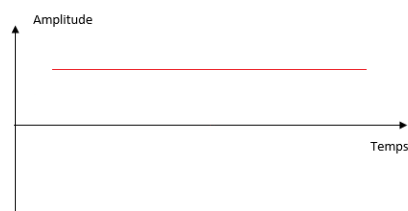
**Définition :** *Un signal est dit analogique si son amplitude peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.*



Un **signal analogique** peut être :

### Continu

Son amplitude reste constante.



### Caractéristiques à préciser :

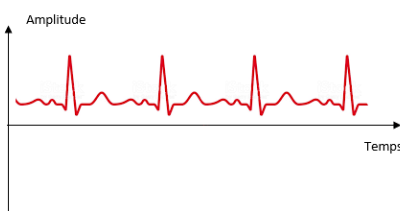
1. **Signal analogique**
2. Forme : **continu**
3. Amplitude : **constante**

### Variable

Son amplitude variant continument en fonction du temps.

### Périodique

Répétitif sur l'axe du temps.

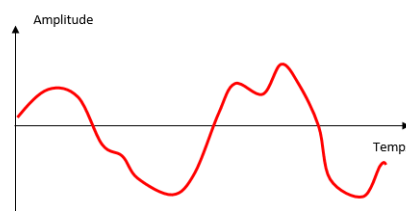


### Caractéristiques à préciser :

1. **Signal analogique**
2. Forme : **périodique**
3. Période en s ou fréquence en Hz
4. Amplitude ou amplitude crête à crête
5. Valeur maximale
6. Valeur minimale
7. Valeur moyenne
8. Valeur efficace

### Quelconque

Difficile à étudier en STI2D.



### Caractéristiques à préciser :

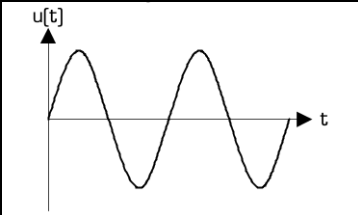
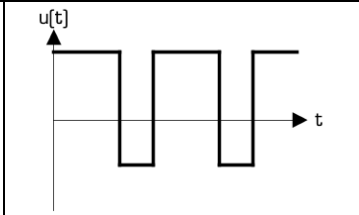
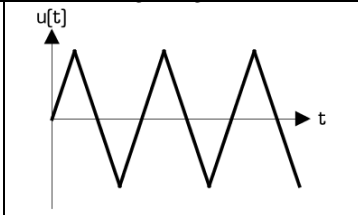
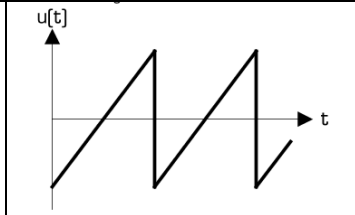
1. **Signal analogique**
2. Forme : **quelconque**
3. Amplitude
4. Valeur max
5. Valeur min

### Remarques :

- Dans certains cas, le signal analogique varie suivant des lois mathématiques simples (signal sinusoïdal par exemple).
- Dans la suite de ce cours, les exemples de signaux utilisés seront par défaut des tensions électriques.
- On notera  **$u(t)$** , avec une **minuscule**, une tension variable en fonction du temps.
- On notera  **$U$** , avec une **majuscule**, une tension que nous pourrions chiffrer. Ainsi les grandeurs suivantes s'écrivent en majuscule :  **$U_{MAX}$**  ,  **$U_{MIN}$**  ,  **$U_{MOY}$**  et  **$U_{EFF}$** .

## 2. Les signaux analogiques périodiques

Les formes de signaux analogiques périodiques les plus utilisées en électronique sont les suivantes :

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  |  |  |  |
| <b>Signal (analogique périodique) <i>sinusoïdal</i></b>                          | <b>Signal (analogique périodique) <i>rectangulaire</i></b>                        | <b>Signal (analogique périodique) <i>triangulaire</i></b>                          | <b>Signal (analogique périodique) <i>en dents de scie</i></b>                       |

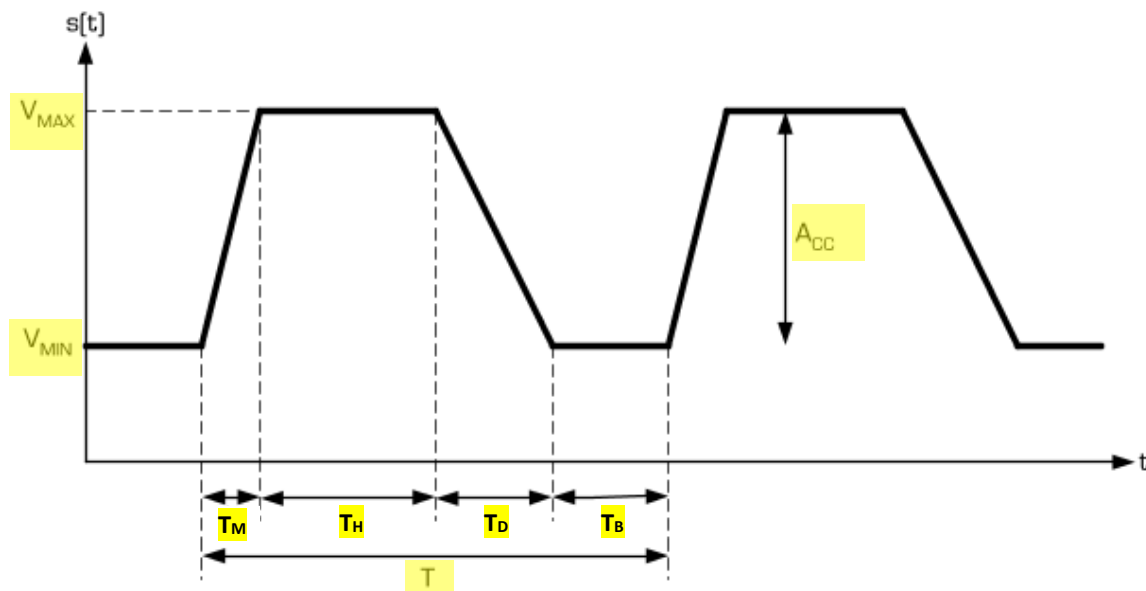
Pour chaque signal analogique périodique, il faudra fournir les informations suivantes pour le connaître.

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <b>Définition de l'<i>amplitude</i> :</b><br><i>L'amplitude d'un signal est la différence entre sa valeur maximale et sa valeur moyenne.</i>   | L'amplitude est notée <b>A</b>                       | <b>A</b> se mesure sur l'axe vertical                     | <b>A</b> s'exprime en <b>volt (V)</b> pour une tension               |
| <b>Définition de l'<i>amplitude crête à crête</i> :</b><br><i>L'amplitude crête à crête d'un signal est la différence entre sa valeur maximale et sa valeur minimale.</i>                          | L'amplitude crête à crête est notée <b>Acc</b>       | <b>Acc</b> se mesure sur l'axe vertical                   | <b>Acc</b> s'exprime en <b>volt (V)</b> pour une tension             |
| <b>Définition de la <i>période</i> :</b><br><i>La période d'un signal est la durée au bout de laquelle le signal se reproduit identique à lui-même.</i>  | La période est notée <b>T</b>                        | <b>T</b> se mesure sur l'axe horizontal                   | <b>T</b> s'exprime en <b>seconde (s)</b>                             |
| <b>Définition de la <i>fréquence</i> :</b><br><i>La fréquence d'un signal est le nombre de périodes parcourues pendant une seconde.</i>  | La fréquence est notée <b>f</b>                      | <b>f</b> se calcule à partir de <b>T</b> avec $f = 1 / T$ | <b>f</b> s'exprime en <b>hertz (Hz)</b>                              |
| <b>Définition de la <i>valeur moyenne</i> :</b><br><i>La valeur moyenne d'un signal est égale à la surface algébrique occupée par le signal durant 1 période divisée par la période du signal.</i> | La valeur moyenne est notée <b>V<sub>MOY</sub></b> . | <b>V<sub>MOY</sub></b> se mesure sur l'axe vertical       | <b>V<sub>MOY</sub></b> s'exprime en <b>volt (V)</b> pour une tension |

## 3. Les signaux trapézoïdaux

Les signaux trapézoïdaux sont aussi des signaux périodiques mais en forme de trapèzes. Nous les définirons à partir de 6 grandeurs physiques dont 2 caractéristiques de niveau et 4 caractéristiques temporelles :

- La **valeur minimale** du signal notée **V<sub>MIN</sub>**, appelée aussi « **niveau bas** » (*low level*) du signal.
- La **valeur maximale** du signal notée **V<sub>MAX</sub>**, appelée aussi « **niveau haut** » (*high level*) du signal.
- Le **temps de montée** (*rise time*), notée **T<sub>M</sub>**, représentant la durée que met le signal pour passer du niveau bas au niveau haut.
- Le **temps de descente** (*fall time*), notée **T<sub>D</sub>**, représentant la durée que met le signal pour passer du niveau haut au niveau bas.
- Le **temps haut**, noté **T<sub>H</sub>**, représentant la durée pendant laquelle le signal reste au niveau haut.
- La **période T** du signal.



**Remarque :** Souvent ni  $T_B$ , ni  $A_{cc}$  ne sont données directement. Il faut donc les déduire des 6 autres valeurs. Il en est de même pour la valeur moyenne  $V_{MOY}$ .

La définition de signaux sous forme de trapèzes permet de réaliser toutes formes de signaux périodiques utilisés en électronique à l'exception des signaux sinusoïdaux :

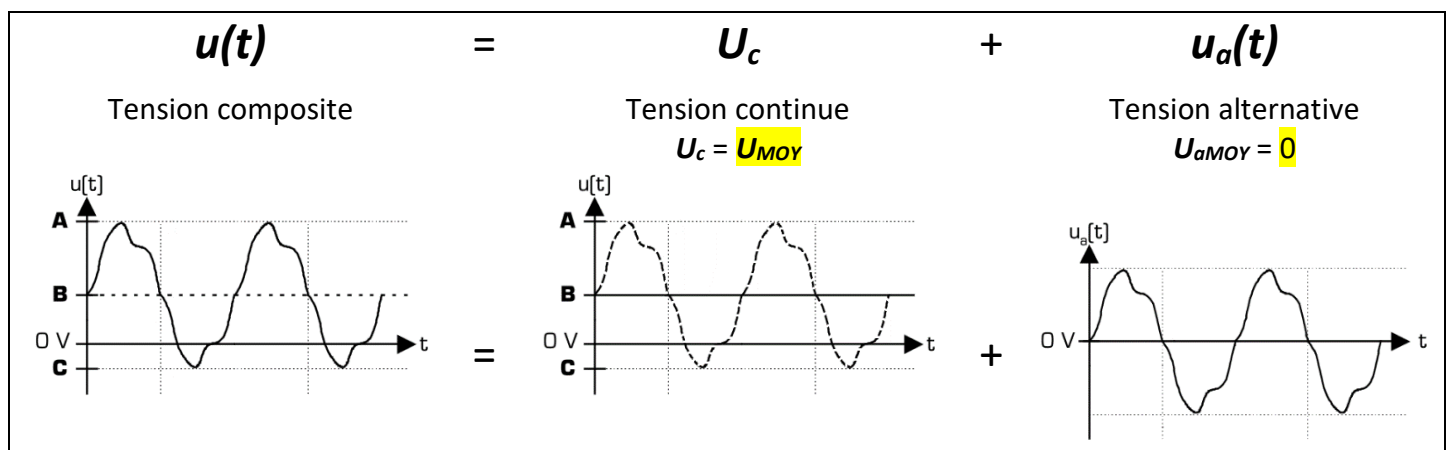
- **Signal rectangulaire** avec  $T_M$  et  $T_D$  nuls.
- **Signal carré** avec  $T_M$  et  $T_D$  nuls et avec  $T_H = T_B$ .
- **Signal triangulaire** avec  $T_H$  et  $T_B$  nuls et avec  $T_M = T_D$ .
- **Signal en dents de scie** avec  $T_H$  et  $T_B$  nuls et avec  $T_M \neq T_D$ .

La plupart des logiciels de simulation de circuits électroniques proposent un composant générateur appelé **pulse** qu'il faudra paramétrer avec les 6 grandeurs de base pour obtenir les formes désirées.

## 4. Particularités des signaux analogiques périodiques

### 4.1 Signal composite

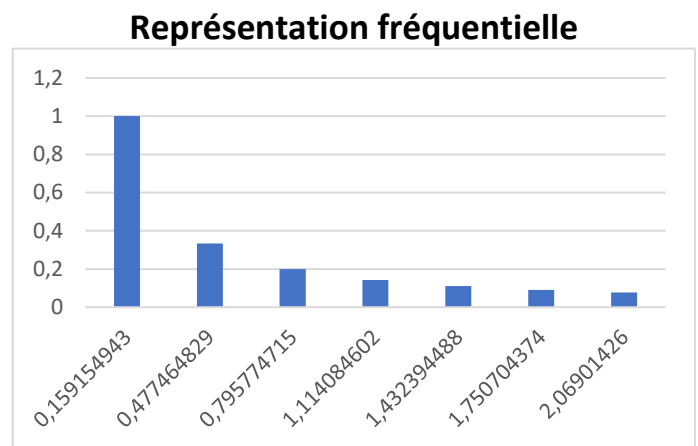
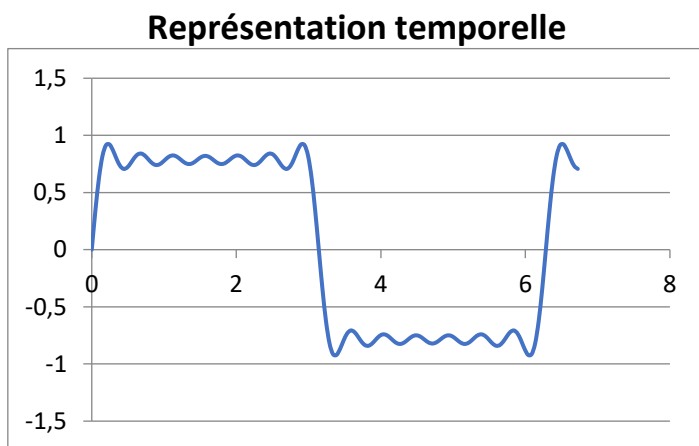
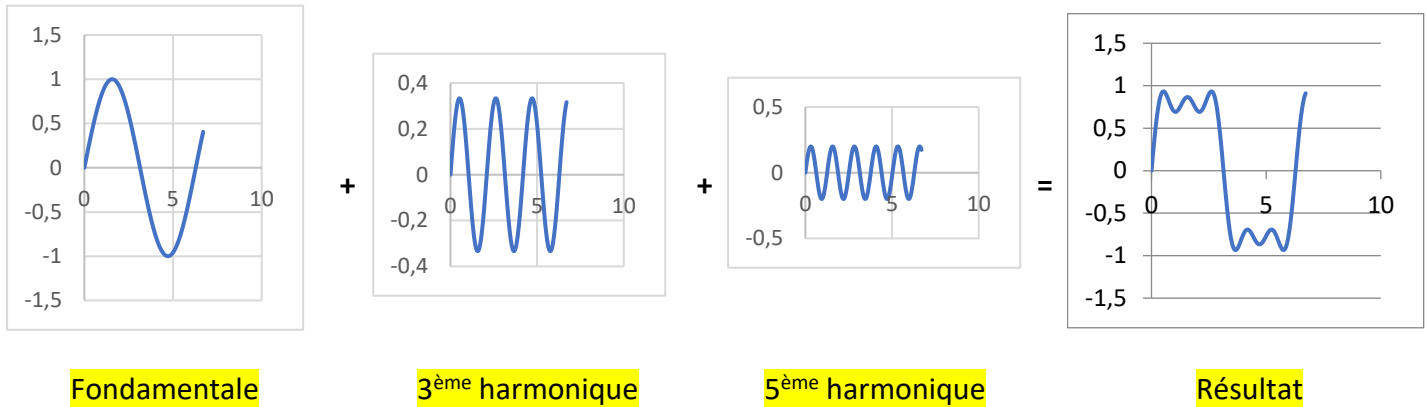
Tout signal périodique sera un **signal composite**. Il sera la somme d'une **composante continue** et d'une **composante alternative**. Exemple pour une tension :



- $u(t)$  et  $u_a(t)$  sont des tensions variables dans le temps.  $u$  est écrit en lettre minuscule.
- $U_c$  est une tension constante dans le temps. Elle peut être positive ou négative.  $U$  est écrit en lettre majuscule.

## 4.2 Décomposition d'un signal analogique périodique

Tout signal périodique peut être décomposé en somme de signaux sinusoïdaux (Théorème de Fourier).

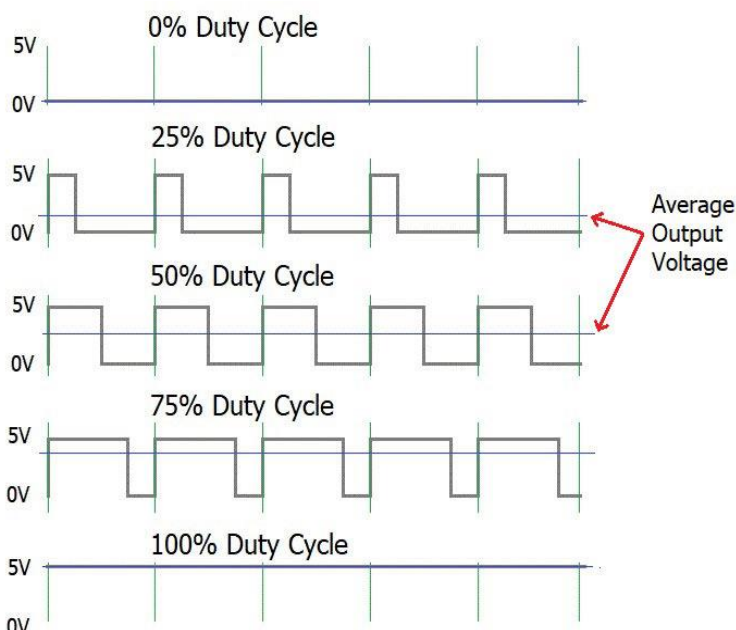


Avec les harmoniques impaires de 3 et 13, un signal carré commence à se dessiner.

$$y = \sin(x) + (1/3) \cdot \sin(3x) + (1/5) \cdot \sin(5x) + (1/7) \cdot \sin(7x) + \dots + (1/n) \cdot \sin(nx)$$

n est un entier impair

## 5. Comment produire un signal analogique avec des sorties logiques ?



On se sert de l'inertie des systèmes pour les tromper en leur faisant croire que le signal qui les alimente est un signal continu. En fait, il s'agit de la valeur moyenne d'un signal rectangulaire. Ce procédé s'appelle :

**PWM = Pulse Width Modulation**

**MLI = Modulation de Largeur d'Impulsion**

Un signal PWM est caractérisé par :

- **f** sa fréquence
- **Vcc** sa tension d'alimentation (ici 5V)
- **rc** ou **α** (alpha) son rapport cyclique  

$$\alpha = T_{on} / T$$

avec  $T_{on}$  la durée du signal à Vcc  
 $T$  la période du signal
- **Average Output Voltage** est la tension moyenne du signal.
- **Duty Cycle** correspond au rapport cyclique.