

## TP-2

# L'OSCILLOSCOPE

## I. CARACTERISTIQUES D'UN SIGNAL PERIODIQUE PRODUIT PAR LE GBF

Caractériser un signal sinusoïdal par son amplitude, sa pulsation, sa fréquence et sa phase à l'origine  $\varphi$ .

$T$  : période

$f$  : fréquence

$\omega$  : pulsation

### I.1. Qu'est-ce que la période $T$ d'un signal périodique ?

**Définition :** (à connaître par coeur)

La période d'un signal, notée  $T$ , correspond à la durée du motif. Son unité dans le système international est la seconde, notée  $s$ .

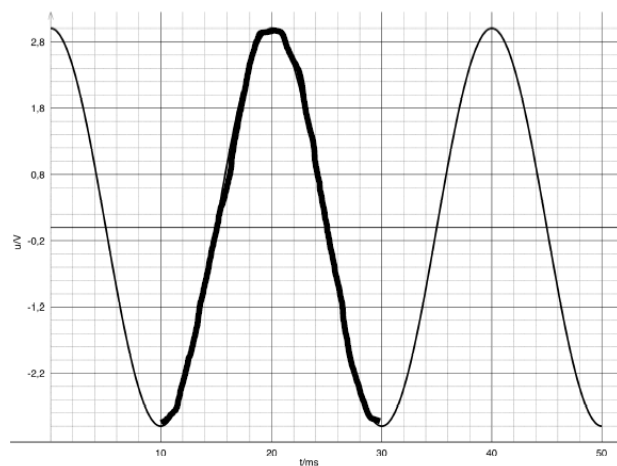
**Méthode pour déterminer graphiquement la période  $T$  d'un signal :**

1. Repérer / surligner un motif du signal.
2. Si c'est un graphe, sur l'axe des abscisses (axe horizontal), déterminer sur quelle durée, s'étale le motif. Cette durée est la valeur de la période  $T$ .
2. (bis) Si c'est un oscillogramme, sur l'axe des abscisses (axe horizontal), déterminer sur combien de carreaux, s'étale le motif.

Ensuite, grâce à la sensibilité horizontale (dont l'unité est  $s/div$ ), convertir le nombre de carreaux en seconde ( $s$ ).

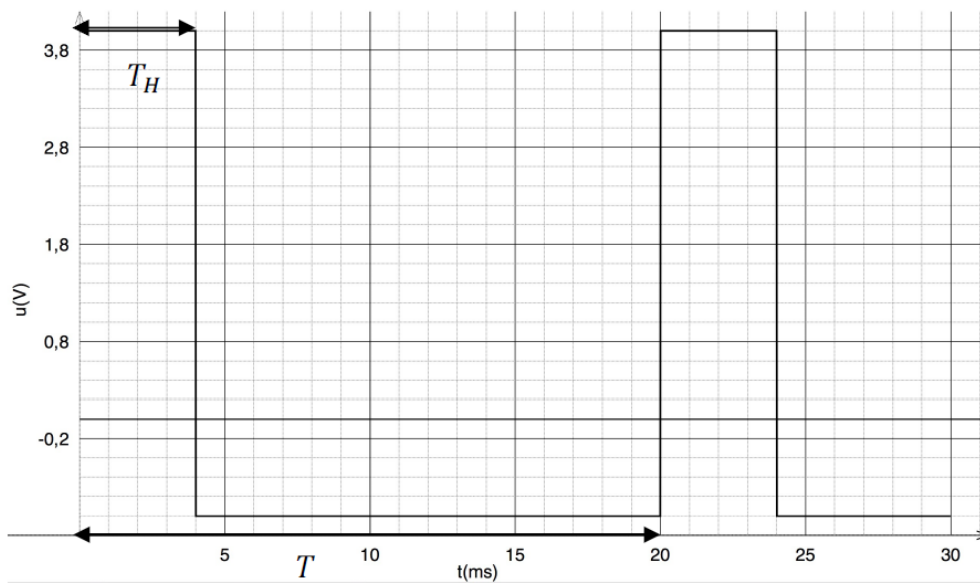
3. Rédiger ensuite sur votre feuille,  $T = \text{la valeur trouvée puis son unité}$ .

**Exemple :**



Le motif s'étale de 10 ms à 30 ms :  
 $T = 20 \text{ ms}$

### I.2. Qu'est-ce que le rapport cyclique d'un signal rectangulaire ?



Un signal rectangulaire est caractérisé par deux grandeurs temporelles, définies pour un seul et unique motif :

- La période  $T$  du signal, dont l'unité est la seconde,
- La durée notée  $T_H$ , dont l'unité est la seconde, correspondant à la durée pendant laquelle le signal est au niveau « haut » (c'est à dire à sa valeur maximale, notée  $U_{\max}$ ).

Le rapport cyclique, noté  $r$ , d'un signal rectangulaire est égal au rapport entre la durée du niveau « haut » d'un motif et de sa période :

$$r = \frac{T_H}{T}$$

$r$  : rapport cyclique d'un signal rectangulaire, sans unité, compris entre 0 et 1 (ou entre 0 et 100%)

$T_H$  : durée du palier « haut », en seconde.

$T$  : durée d'un motif, en seconde.

**Un motif rectangulaire de rapport cyclique  $r = 0,5$  est appelé motif**

### I.3. Fréquence et pulsation d'un signal périodique :

#### a) Fréquence d'un signal périodique :

*Définition : (à connaître par coeur)*

La fréquence d'un signal périodique, notée  $f$ , correspond au nombre de fois que le motif, se répète **en une seconde**. Son unité est le hertz, notée  $Hz$ .

La définition conduit donc à la formule suivante :

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

$\swarrow$  Hz                       $\nwarrow$  s

La formule inverse est donc :

Chiffres significatifs pour cette formule :

Le coefficient 1 représente la durée infiniment précise d'une seconde. Si vous connaissez la mesure de  $T$  et que vous calculez la fréquence, le résultat doit donc comporter autant de chiffres significatifs que la mesure de  $T$ .

#### b) Pulsation d'un signal périodique :

La pulsation d'un signal, notée  $\omega$  (on prononce oméga), se détermine grâce aux formules suivantes :

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$\swarrow$  rad.s<sup>-1</sup>                       $\uparrow$  Hz                       $\nwarrow$  s

Son unité est le radian par seconde, notée  $rad/s$  ou encore  $rad.s^{-1}$

Chiffres significatifs pour cette formule :

Le coefficient  $2\pi$  représente un tour complet en radian et est donc infiniment précis. Si vous connaissez la mesure de  $T$  ou de la fréquence  $f$ , le résultat doit donc comporter autant de chiffres significatifs que la mesure de  $T$  ou de  $f$ .

### I.4. Grandeurs caractéristiques pour un signal variable, périodique, de motif simple :

#### a) Mesure de tension

Pour mesurer une tension en utilisant l'une des deux voies de l'oscilloscope, il faudrait choisir un calibre de telle manière que l'amplitude du signal crête à crête occupe la majeure partie de l'écran sans dépassement (pour diminuer les causes d'erreur).

##### Exemple de mesure

Soit un signal  $V_e(t)$  sinusoïdal que l'on applique à la voie 1 de l'oscilloscope où le commutateur de calibre est fixé sur 0.5 V/Cm. Sa valeur crête à crête est:

$$\begin{aligned} V_{cac} &= \text{Nombre de Cm (Nb)} \times \text{calibre (KV)} = Nb \times KV \\ V_{cac} &= 4Cm \times 0.5V/Cm = 2V \text{ crête à crête (cac)} \\ V_{max} &= 2V/2 = 1V \end{aligned}$$

#### b) Mesure de fréquence

Pour mesurer la fréquence d'un signal on choisit une position de la base de temps de telle manière que la période du signal occupe la majeure partie de la longueur de l'écran.

##### Exemple de mesure

Soit un signal  $V_e$  que l'on applique à la voie 1 de l'oscilloscope où le commutateur du calibre de la base de temps est fixé sur 0.5 ms/cm.

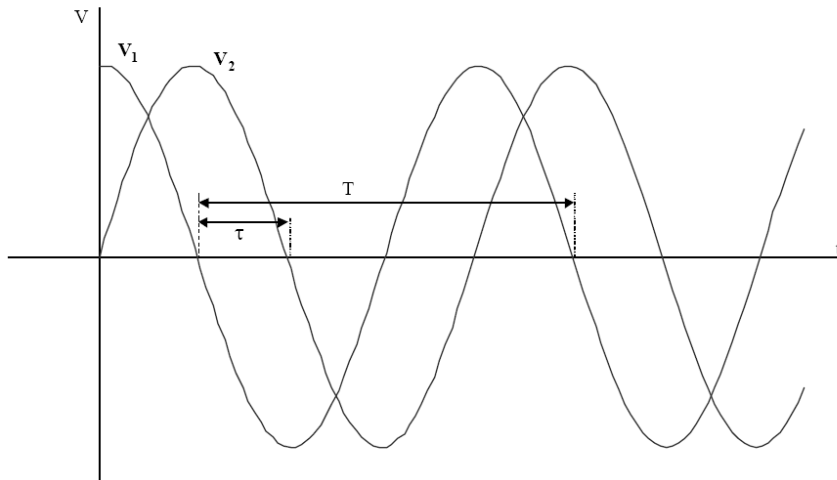
$$\begin{aligned} T &= Nb \text{ de cm} (Nb) \times \text{Calibre (Ks)} = Nb \times Ks \\ T &= 10 \text{ cm} \times 0.5 \text{ ms/cm} = 5 \text{ ms} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ s} \\ \text{D'où } f &= 1/T = 0,2 \times 10^{-3} = 200 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

**c) Mesure de déphasage**

Pour pouvoir mesurer le déphasage entre deux signaux : il faudrait les observer simultanément. Pour cela les deux tensions doivent être prises par rapport à un même point qui est le point de masse.

**méthode directe**

Soit deux signaux déphasés l'un par rapport à l'autre ; le déphasage (en degrés) est :



$$\varphi = \frac{1}{T} \times 360^\circ$$

**Exemple de mesure :**

Soient deux signaux  $V_e$  et  $V_s$  où  $V_s$  est en retard de phase par rapport à  $V_e$ , on a sur l'écran :

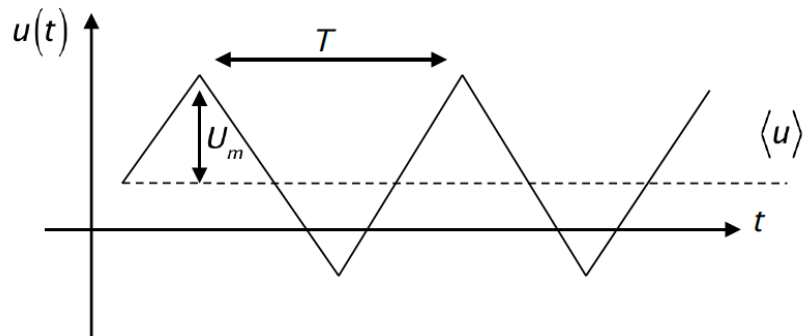
$T = 10$  cm et  $t = 2.5$  cm

Donc  $\varphi = \frac{1}{T} \times 360^\circ = \frac{2.5}{10} \times 360^\circ = 90^\circ$

En électrocinétique, on étudie des signaux périodiques de période qui sont en général des tensions  $u(t)$  ou des intensités  $i(t)$ .

**I.5. Valeur moyenne** (ou fond continu) d'un signal périodique (on reverra cela en cours. Si  $u(t)$  est un signal périodique de période  $T$ , sa valeur moyenne est définie par :

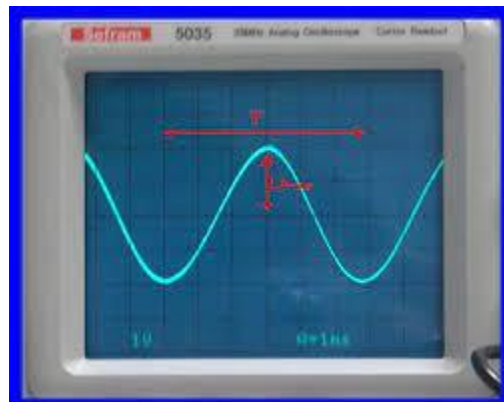
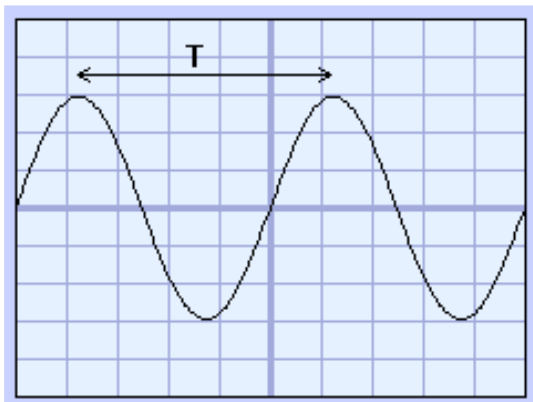
$$(u) = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$



**I.6. Valeur efficace (Tension efficace) :** pour calculer la valeur efficace on se base sur l'équation suivante

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

**a) Pour le signal sinusoïdal :**



$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

$$u = u_m \sin \omega t$$

$$\text{Donc : } U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u_m \sin \omega t)^2 dt}$$

$$\text{On sait que } \sin^2 \theta = \left( \frac{1 - \cos 2\theta}{2} \right)$$

$$\text{Donc on peut remplacer } (\sin \omega t)^2 \text{ par } \left( \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} \right)$$

Alors l'intégral  $I = \int_0^T u_m^2 \left(\frac{1-\cos 2\omega t}{2}\right) dt$

$$I = \int_0^T \left(\frac{u_m^2}{2} - \frac{u_m^2 \cos 2\omega t}{2}\right) dt$$

$$I = \frac{1}{2} \int_0^T (u_m^2 - u_m^2 \cos 2\omega t) dt$$

$$I = \frac{1}{2} \left[ u_m^2 t + \frac{u_m^2}{2\omega} \sin 2\omega t \right]_0^T$$

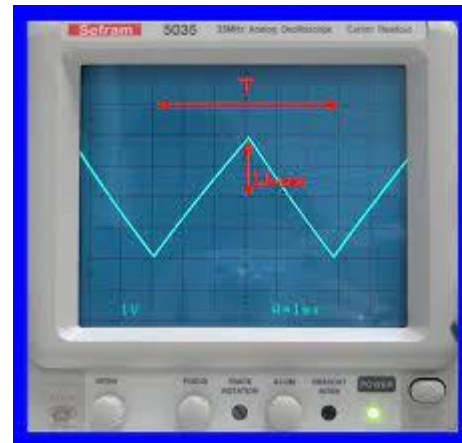
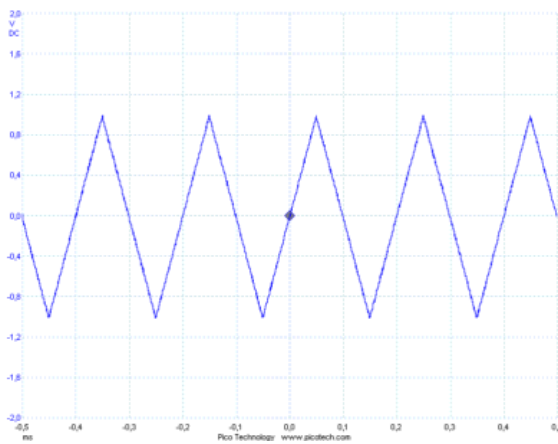
$$I = \frac{1}{2} \left( u_m^2 T + \frac{u_m^2}{2\omega} \sin \frac{4\pi}{T} T - \frac{u_m^2}{2\omega} \sin 0 \right)$$

Donc  $I = \frac{u_m^2 T}{2}$

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \frac{u_m^2 T}{2}}$$

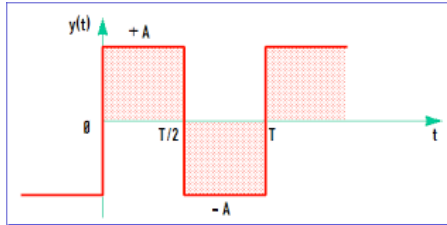
$$U_{eff} = \frac{u_m}{\sqrt{2}}$$

**b) Pour le signal triangulaire**



$$U_{eff} = \frac{u_m}{\sqrt{3}}$$

**c) Pour le signal carré**



$$U_{eff} = u_m$$

## II. L'OSCILLOSCOPE ET SON UTILISATION

### II.1. Comment fonctionne un oscilloscope

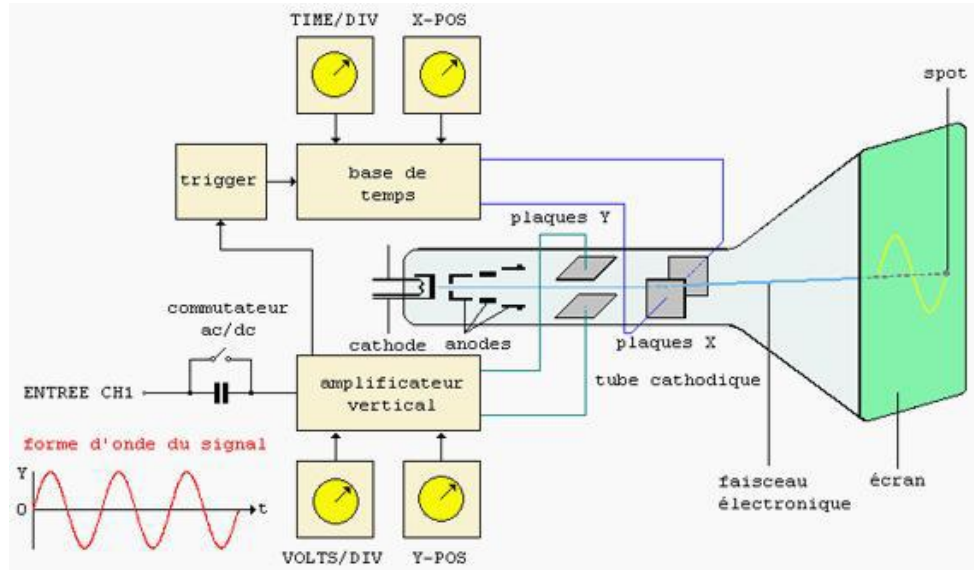
L'oscilloscope est un appareil permettant de visualiser une tension, et surtout sa variation au cours du temps. L'oscilloscope comprend les trois composantes principales suivantes :

- 1) Le canon à électrons sert à accélérer un faisceau d'électrons
- 2) Les plaques de déviation
- 3) L'écran fluorescent est destiné à visualiser le point d'impact des électrons (le spot).

Il s'agit de 2 paires de plaques métalliques (=condensateur) perpendiculaires les unes aux autres. Les plaques Y et Y' sont les plaques de déviation verticales. En effet, en appliquant une tension entre ces armatures, on obtient un champ électrique, et les électrons qui passent entre ces plaques sont attirés par la plaque positive. Ainsi on travaux pratiques en physique- obtient une déviation verticale du faisceau, vers le haut ou vers le bas, selon le signe de la tension. Les plaques X et X' sont les plaques de déviation horizontale. Les plaques verticales sont soumises à une tension périodique (en dents de scie) qui fait en sorte que le faisceau d'électrons se déplace de gauche à droite de façon proportionnelle au temps, puis revient quasi instantanément à sa position de départ. Pour que la figure à l'écran puisse rester stable, il faut synchroniser la fréquence de déviation horizontale de l'oscilloscope au signal à étudier. C'est ce que l'on appelle le « triggering ».

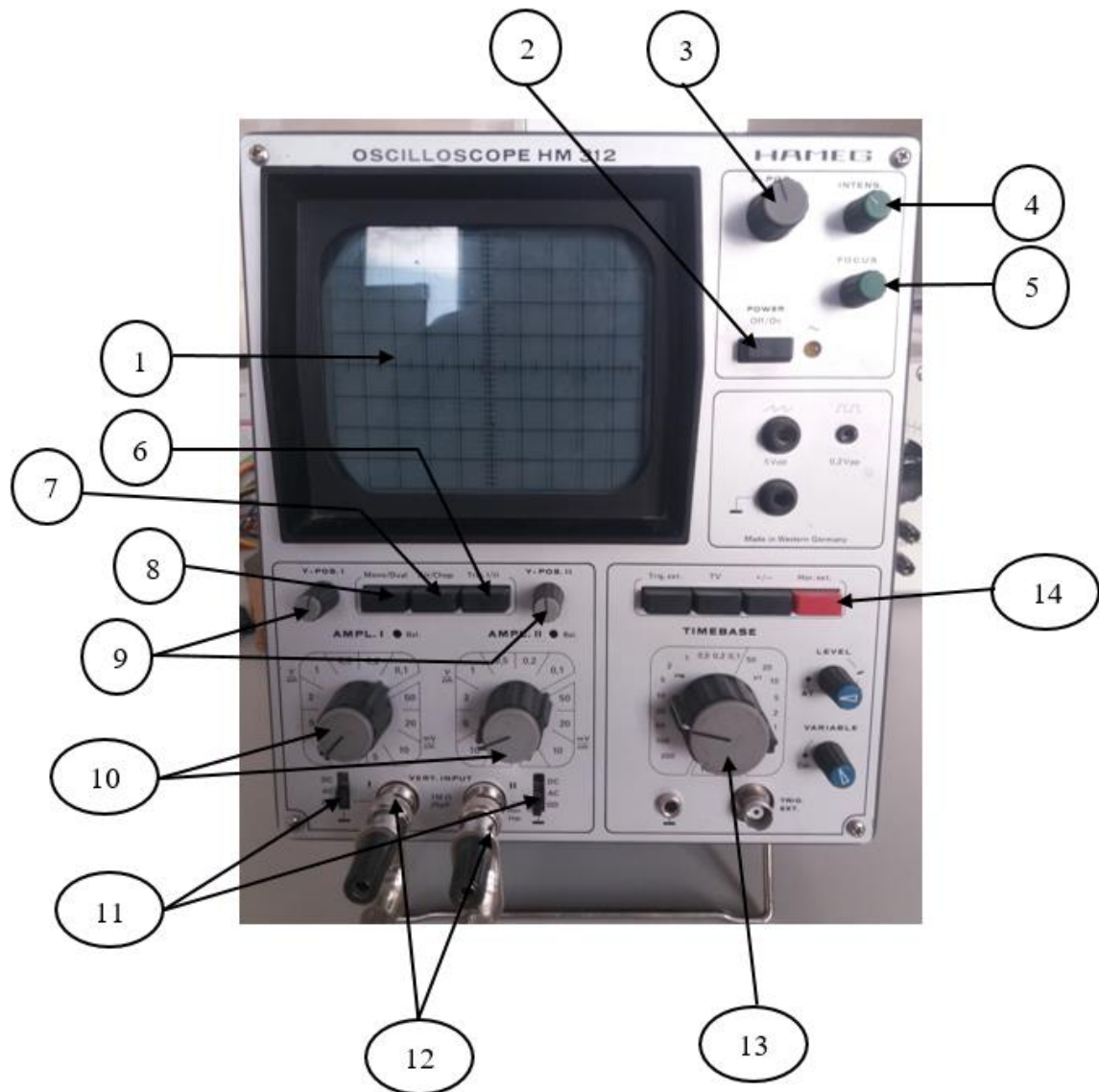
Remarque :

- a) Les plaques X' et Y' sont soudées par le constructeur au boîtier métallique del'appareil. C'est ce que l'on appelle la masse de l'oscilloscope.
- b) Les oscilloscopes modernes possèdent deux entrées différentes (voie CH1 et voie CH2 channel). Ces deux entrées sont reliées à une même masse.





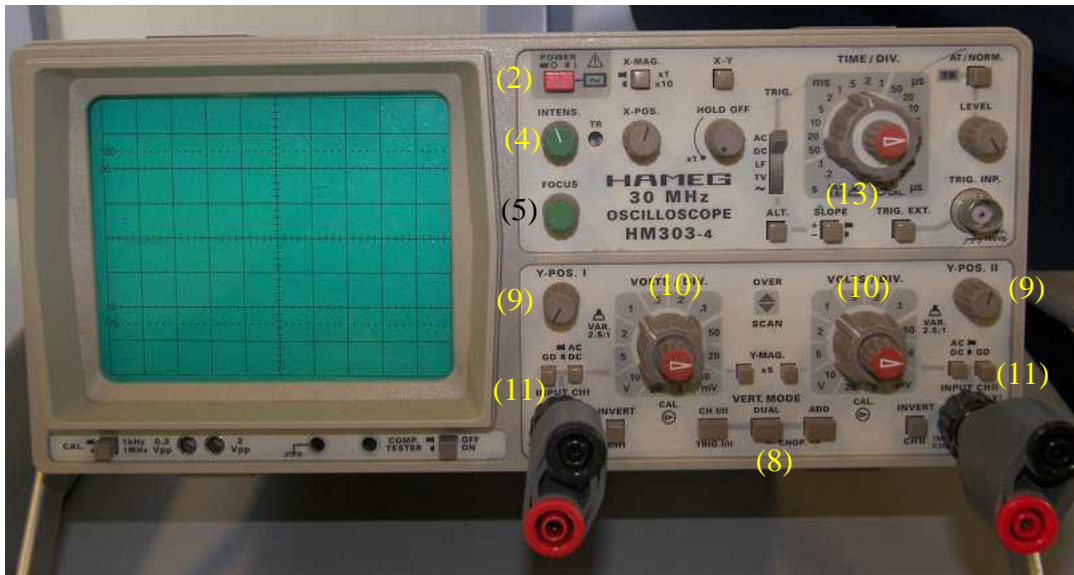
## II.2. Fonctions des principaux boutons utilisés



- |   |  |
|---|--|
| 1- Ecran  | 10- Commutateur du choix du calibre amplitude (V/Cm) |
| 2- Bouton Marche / Arrêt                            | 11- Commutateur (AC/DC/GD)                           |
| 3- Réglage des abscisses (X)                        | <b>GD : La masse</b>                                 |
| 4- Intensité lumineuse                              | <b>DC : Une tension continue.</b>                    |
| 5- FOCUS Netteté                                    | <b>AC : Une tension alternative.</b>                 |
| 6- 7- 8- Visualisation et stabilité de deux signaux | 12- Entrées (Voies I, II)                            |
| 9- Réglage des ordonnées (Y)                        | 13- Base de Temps (ms/cm, $\mu$ s/cm)                |
|   | 14-Élimine la base de temps.                         |

### Mise ne marche de l'oscilloscope :

- Allumer l'appareil après l'avoir branché (2)
- Une ou plusieurs traces apparaissent ; régler l'intensité de la trace et sa focalisation de manière à observer des traces lumineuses fines (4, 5)
- Visualiser les traces des deux entrées (mode DUAL ou BOTH) (8) ; placer le commutateur de chaque voie sur la masse (11) (position ' / / / / ou 0 ou GND) et régler la hauteur des traces au milieu de l'écran de l'oscilloscope (9)
- Placer le commutateur (11) sur la position mesure (AC ou DC) et connecter les voies aux points du circuit à étudier.
- Choisir la base de temps (13) (en s, ms ou  $\mu$ s /div) adaptée à la visualisation des tensions mesurées et les sensibilités verticales (10) (pos. YI et pos. YII) permettant la lecture de chaque tension la plus précise.



## MANUPULATION

### 1- Mesure d'amplitudes

A l'aide du générateur de tension, appliquer une tension alternative à l'entrée de la voie 1 de l'oscilloscope :

- Compléter le tableau 1.
- Relever le signal par point sur une feuille millimétrique pour l'une des valeurs
- Interpréter les résultats

Tableau 1

| V (Générateur)                             | 5 | 10 | 15 |
|--|---|----|----|
| Calibre V/Cm                               |   |    |    |
| Nb. De Cm crête à crête                    |   |    |    |
| V crête à crête (V)                        |   |    |    |
| $V_{\max} = V_{\text{câc}} / 2$ à (V)      |   |    |    |
| V du voltmètre (V)                         |   |    |    |
| $V_{\text{eff}} = V_{\max} / \sqrt{2}$ (V) |   |    |    |

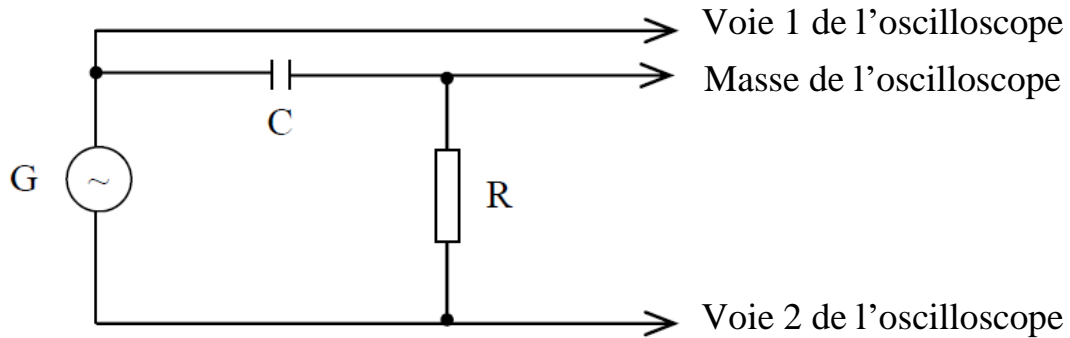
### 2- Mesure de fréquences

A l'aide du GBF, appliquer à l'entrée de la voie 1 de l'oscilloscope, un signal sinusoïdal, carré puis triangulaire: remplir le tableau 2.

Tableau 2

| Signal                      | Sinusoïdal |     | Carré | Triangulaire |
|-----------------------------|------------|-----|-------|--------------|
| F (Hz) affichée sur GBF     | 50         | 200 | 400   | 500          |
| Calibre base de temps ms/cm |            |     |       |              |
| NB. De Cm sur période       |            |     |       |              |
| T(s)                        |            |     |       |              |
| $F=1/T$ (Hz)                |            |     |       |              |

### 3-Mesure de déphasage Méthode directe



Réaliser le montage de la figure ci-dessus,

G est un générateur de tension alternative réglé à **6V**,

C est une capacité de valeur égale à **1 $\mu$ F**,

R est une résistance variable.

Faire varier la résistance selon le tableau 3 et déterminer le déphasage pour chaque valeur de R.

Tableau 3

| R(K $\Omega$ )                                       | 2 | 4 | 6 |
|--|---|---|---|
| T(cm)  |   |   |   |
| t(cm)  |   |   |   |
| $\varphi = \left(\frac{t}{T}\right) \cdot 360^\circ$ |   |   |   |