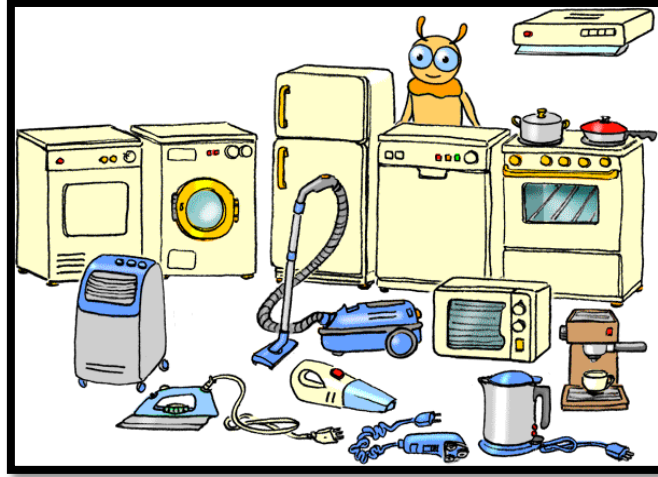


## Chapitre 9 : Tension électrique

### الوحدة 9 : التوتر الكهربائي



#### ❖ Situation-problème :

Tous les appareils et les composants électriques qui nous entourent, fonctionnent avec une tension électrique.

- Qu'est-ce qu'une tension électrique ?
- Et comment peut-on la mesurer ?

#### ❖ Objectifs :

- Savoir que la tension électrique continue est une grandeur algébrique représentée par une flèche
- Connaitre la différence de potentiel électrique entre deux points d'un circuit électrique et la relier à la tension
- Utiliser le voltmètre et l'oscilloscope pour mesurer une tension
- Connaitre la propriété de la tension dans série et dans un circuit en dérivation
- Savoir déterminer l'incertitude sur une mesure et sa précision
- Savoir écrire les résultats avec les unités convenables et avec les chiffres significatifs
- Connaitre les caractéristiques d'une tension variable (sinusoïdale, triangulaire, carré) période, fréquence et valeur maximale
- Connaitre la relation entre la tension maximale et la tension efficace pour une tension sinusoïdale
- Utiliser la relation  $T = \frac{1}{f}$
- Connaitre le balayage horizontal  $\Delta t = x \cdot V_0$
- Connaitre et exploiter la sensibilité verticale  $V = y \cdot S_y$
- maîtriser l'utilisation de l'oscilloscope et l'exploitation des oscillogrammes

## I. Tension électrique

### 1. Concept de tension électrique

L'écoulement de l'eau du haut de la cascade vers le bas est expliqué par la différence d'altitude. C'est -à-dire il n'y a pas de symétrie entre le haut et le bas .

Par analogie. le courant électrique c'est-à-dire le déplacement des porteurs de charges électriques entre deux points A et B d'un circuit , est expliqué par la différence de potentiel électrique entre ces deux points . Chaque point d'un circuit se caractérise par son état électrique appelé potentiel électrique, il est noté  $V$  et s'exprime en Volts .

### 2. Tension électrique

La tension électrique  $U_{AB}$  entre deux points A et B d'un circuit est égale à la différence de potentiel électrique entre ces deux points :  $U_{AB} = V_A - V_B$  avec :

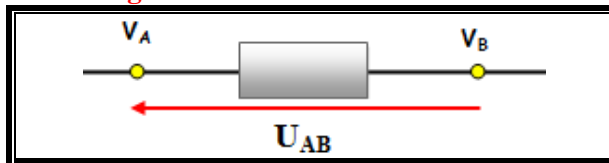
$V_A$  : Potentiel électrique au point A en ( V )

$V_B$  : Potentiel électrique au point B en ( V )

$U_{AB}$  : Tension électrique entre les points A et B en ( V )

### 3. Représentation de la tension électrique

La représentation conventionnelle de la tension  $U_{AB}$  entre les points A et B d'un dipôle AB , est définie par une flèche dirigée de B vers A



☑ si le courant circule de A vers B

$$V_A > V_B \Leftrightarrow U_{AB} > 0$$

☑ si le courant circule de B vers A

$$V_A < V_B \Leftrightarrow U_{AB} < 0$$

❖ Remarque :

- La tension est une grandeur algébrique mesurable.

-  $U_{AB} = V_A - V_B = -(V_B - V_A) = -U_{BA}$  donc  $U_{AB} = -U_{BA}$

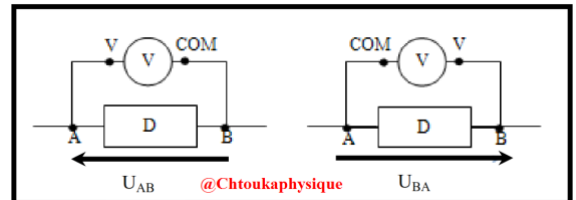
## II. Mesure de la tension électrique

### 1. Appareils de mesure de la tension électrique

On peut mesurer la tension électrique à l'aide :

- D'un voltmètre ( à aiguille ou numérique )
- D'un oscilloscope

Pour mesurer la tension électrique entre deux points A et B d'un circuit , le voltmètre doit être monté en dérivation ( en parallèle ) entre ces deux points . et le courant doit rentrer par la borne « V » du voltmètre et sortir par sa borne « COM » ;.



### 2. Voltmètre à aiguille

La tension mesurée est donné par la relation suivante  $U = \frac{C.n}{n_0}$  avec

$C$  : Calibre utilisé en V/div ;

$n$  : nombre de division indiqué par l'aiguille

$n_0$  : nombre de division de cadran

❖ Incertitude absolue est  $\Delta U = \frac{C.a}{100}$

Avec  $a$  : la classe de l'appareil indiquée sur le cadran

➤ Remarque

-  $\Delta U$  dépend de  $c$  et  $a$

- Si  $a$  la classe de l'appareil est plus petite, alors l'appareil est plus précis ;

- Si le calibre  $C$  est plus petit alors l'incertitude absolue  $\Delta I$  est plus petite donc l'appareil est plus précis , c'est pourquoi on choisit le calibre le plus petit pendant la mesure de la tension électrique

❖ Incertitude relative :  $\frac{\Delta U}{U}$  représente la précision de mesure de cet appareil elle s'exprime généralement en pourcentage % .

### 3. Voltmètre numérique

Le Voltmètre numérique ( ou multimètre ) donne directement la valeur de la tension électrique sur l'écran

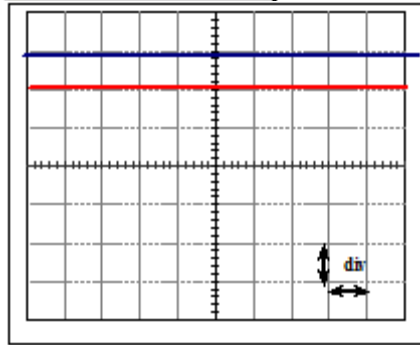
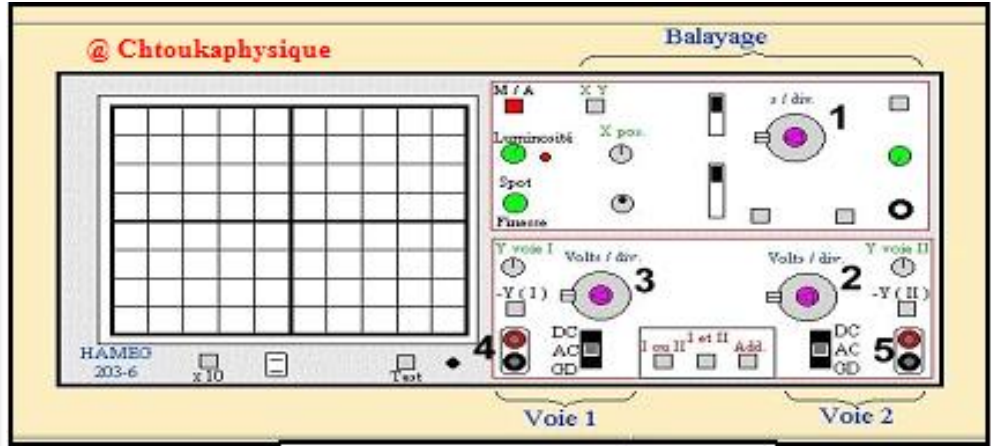
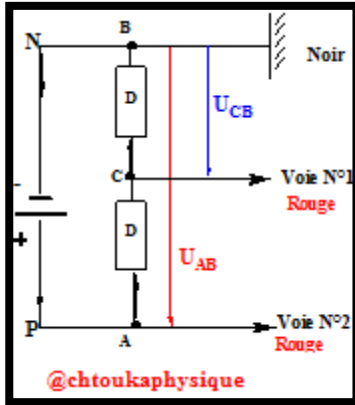
#### 4 . Mesure de la tension électrique grâce à un oscilloscope

L'oscilloscope est un appareil électrique permettant de visualiser et de mesurer la tension électrique entre les bornes d'un dipôle dans un circuit.

Pour mesurer la tension entre **les bornes d'un générateur**, on branche **la borne positive** du générateur à **l'entrée Y<sub>1</sub> de la voie N°1** de l'oscilloscope et **la borne négative** à **la masse**, on obtient **un trait lumineux horizontal déplacé vers le haut par nombre Y de divisions**. En connaissant la valeur de **la sensibilité verticale exprimé en V / div**, la tension entre les bornes du générateur est  **$U = y \cdot S_v$**  avec :

**$S_v$  : la sensibilité verticale**

**Esemple**



- 1- Sensibilité horizontale  $S_H$
- 2- Sensibilité verticale  $S_V$  de la voie 2
- 3- Sensibilité verticale  $S_V$  de la voie 1
- 4- L'entrée de la voie 1
- 5- L'entrée de la voie 2

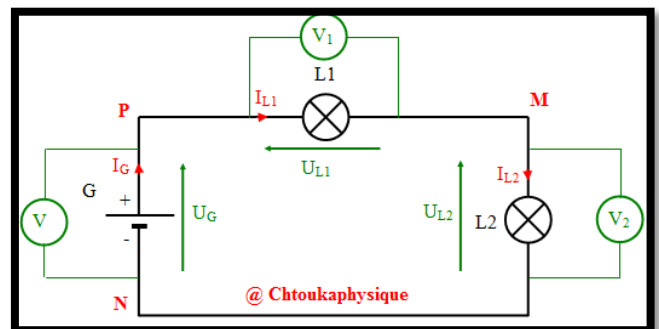
- ❖ **Données :**  
 Sensibilité verticale  $S_V$  de l'entrée Y<sub>1</sub> :  $S_V = 1 \text{ V / div}$   
 Sensibilité verticale  $S_V$  de l'entrée Y<sub>2</sub> :  $S'_V = 2 \text{ V / div}$   
 Calculer la tension  $U_{CB}$  et  $U_{AB}$

### III. Propriétés de la tension électrique

#### 1. La tension électrique dans un circuit en série : Loi de l'additivité des tensions

On réalise **le circuit en série** suivant, composé de : Générateur G , Lampe 1 , Lampe 2 , et trois voltmètres. On mesure la tension électrique aux bornes de chaque dipôle, on obtient :  $U_{MN} = 4,5 \text{ V}$  ,  $U_{PM} = 7,5 \text{ V}$  ,  $U_{PN} = 12 \text{ V}$

- ❖ **Etude pratique :**  
 $U_{MN} = 4,5 \text{ V}$  ,  $U_{PM} = 7,5 \text{ V}$  ,  $U_{PN} = 12 \text{ V}$   
 on constate que  $U_{PN} = U_{PN} + U_{MN}$
- ❖ **Etude théorique :**  
 $U_{PN} = V_P - V_N = V_P - V_N + V_M - V_M$   
 $= (V_P - V_M) + (V_M - V_N)$   
 Donc  $U_{PN} = U_{PN} + U_{MN}$   
 C'est la loi d'additivité des tensions



➤ **Conclusion :** La loi d'additivité des tensions

Dans un circuit en série , la tension électrique  $U_{AB}$  est la somme de toutes les tensions entre les bornes des dipôles montés en série entre les deux points A et B

## 2. La tension électrique dans un circuit en parallèle : l'unicité de la tension

On réalise **le circuit électrique en parallèle** suivant, composé de : Générateur G , Lampe 1 , Lampe 2 , et trois voltmètres. On mesure la tension électrique électrique dans les différentes branches du circuit et on obtient :

$$U_{PN} = 6,0 \text{ V} , U_{AB} = 6,0 \text{ V} , U_{CD} = 6,0 \text{ V}$$

### ❖ Etude pratique :

$$U_{PN} = 6,0 \text{ V} , U_{AB} = 6,0 \text{ V} , U_{CD} = 6,0 \text{ V}$$

on constate que  $U_{AB} = U_{CD} = U_{PN}$

### ❖ Etude théorique :

$$U_{PN} = V_P - V_N$$

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

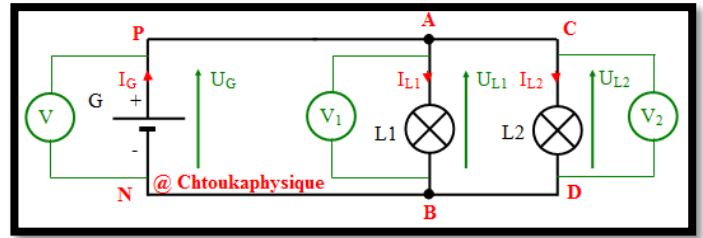
$$U_{CD} = V_C - V_D$$

Or  $V_P = V_A = V_C$  et  $V_N = V_B = V_D$  alors  $V_P - V_N = V_A - V_B = V_C - V_D$

d'où  $U_{AB} = U_{CD} = U_{PN}$  C'est **l'unicité de la tension**

### ➤ Conclusion : l'unicité de la tension

Les tensions aux bornes de dipôles montés en dérivation ( en parallèle ) sont égales :  $U_{AB} = U_{CD} = U_{PN}$



## IV. Tension variable

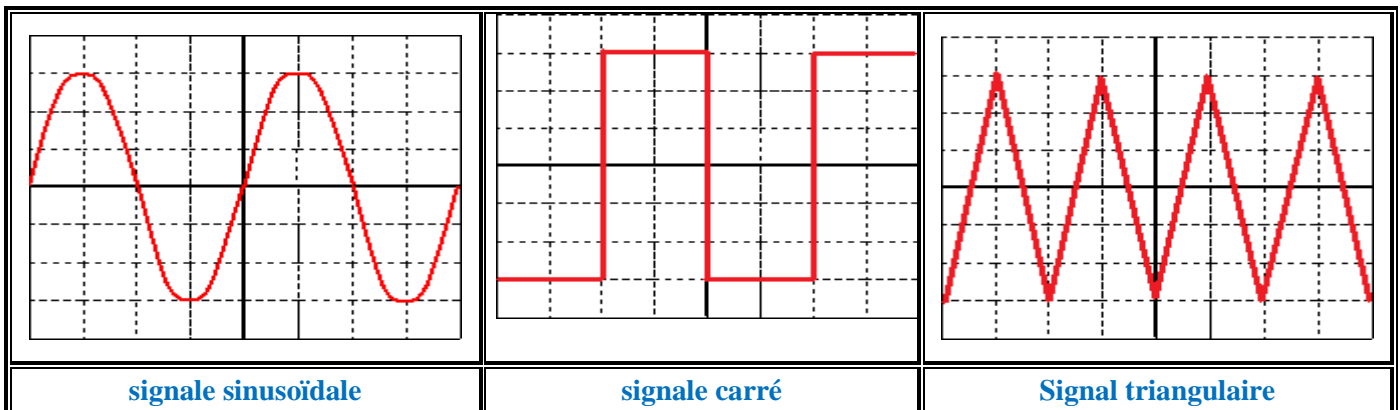
### 1. définition

**Une tension** est dite **variable** si elle prend **différentes valeurs** au cours du temps ( / si sa valeur change avec le temps ) .

**La tension** est appelée **alternative** si elle prend **des valeurs positives puis négatives alternativement**

**La tension** est **périodique** lorsqu' elle se reproduit de manière **identique** sur des **intervalles de temps réguliers**. ( / lorsqu'elle est répétée de manière similaire et régulière sur des **périodes** du temps successives et égales )

### 2. Exemples des tensions variables



### 3. Caractéristiques d'une tension alternative périodique

**La tension alternative périodique** se caractérise par des grandeurs physiques suivantes : **L'amplitude  $U_m$**  , **la période T** ou **la fréquence f**

#### 3.1 Amplitude ou tension maximale $U_{max}$

On **appelle amplitude**, notée  $U_{max}$ , **la valeur maximale** de la tension. Elle représente **la distance** entre l'axe des abscisses et un des **sommets** ou des **minimums**.

$$U_{max} = (\text{nombre de carreaux verticaux}) \times (\text{sensibilité verticale})$$

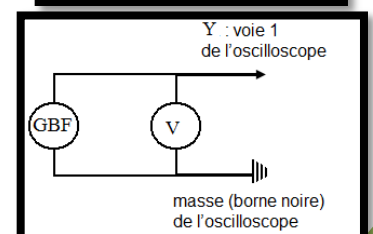
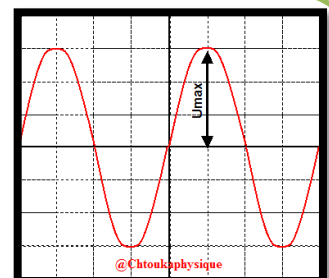
#### ❖ Tension efficace $U_{eff}$ :

**Un oscilloscope** mesure  $U_{max}$  et permet de voir la forme du signal électrique

Contrairement **le voltmètre** mesure une valeur dit **La tension efficace  $U_{eff}$**  .

$$U_{max} / U_{eff} \text{ est pratiquement constant et égale à } 1,414 = \sqrt{2}$$

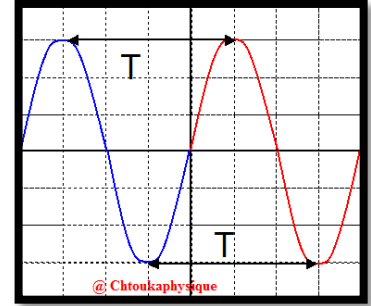
$$\text{Alors : } U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$



### 3.2 Période T et fréquence f

- **La période T** : c'est le plus petit intervalle de **temps au bout duquel la tension se reproduit ( se répète )** **identiquement à elle-même** . On la note **T** s'exprime en **S**
- **La fréquence F** : c'est **le nombre des périodes en unité de temps ( par seconde )** .

**Pratiquement , la fréquence c'est l'inverse de la période**. Elle s'exprime en **Hertz** de symbole ( **Hz** ) :  $F = \frac{1}{T}$



#### Exemple :

Calculer :  $U_{max}$ ,  $U_{eff}$  et  $f$

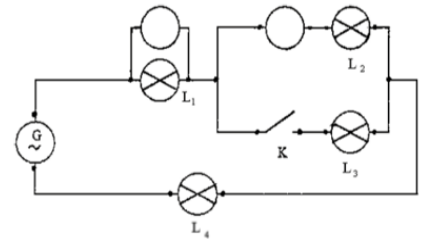
Données :

- **Sensibilité horizontale  $S_H$  ou vitesse de balayage** :  $S_H = 0,2 \text{ ms / div}$
- **Sensibilité verticale  $S_V$**  :  $S_V = 2 \text{ V / div}$

#### ❖ Exercice 1 :

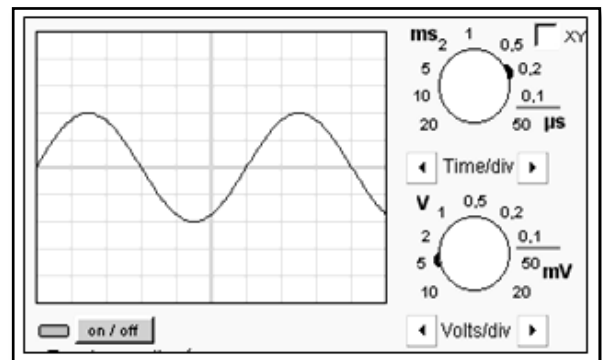
On réalise le montage électrique suivant :

- Nommer l'appareil permettant de mesurer :
  - 1 La tension électrique aux bornes de la lampe  $L_1$ .
  - 2 L'intensité du courant électrique qui traverse la lampe  $L_2$ .
- L'interrupteur K est ouvert :
  - 1 Les lampes  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_4$  sont-elles, dans ce cas, branchées en série ou en parallèle ?
  - 2 La tension  $U_G$  aux bornes du générateur est 12 V. L'intensité  $I$  du courant qui traverse la lampe  $L_2$  est 0,25A. Donner les intensités  $I_1$ ,  $I_3$  et  $I_4$  des courants électriques qui traversent les lampes  $L_1$ ,  $L_3$  et  $L_4$ .
  - 3 Toutes les lampes sont identiques. Calculer les tensions électriques  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  et  $U_4$  aux bornes des lampes  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  et  $L_4$



#### ❖ Exercice 2 :

- Cette tension est-elle continue? Justifier.
- Cette tension est-elle alternative? Justifier.
- Cette tension est-elle périodique? Justifier.
- Quelle grandeur est représentée sur l'axe horizontal ? Quelle est son unité ?
- Quelle grandeur est représentée sur l'axe vertical ? Quelle est son unité ?
- Quelle est la valeur de la tension maximale?
- Quelle est la valeur de la période?
- calculer la fréquence



#### ❖ Exercice 3 :

Voici l'oscillogramme d'une tension périodique :

On donne

Sensibilité verticale 2V/div

Sensibilité horizontale 1ms/div

- Mesurer la période de cette tension.
- Mesurer la valeur maximale de cette tension.
- Calculer la fréquence de cette tension.
- Calculer la valeur efficace de cette tension

