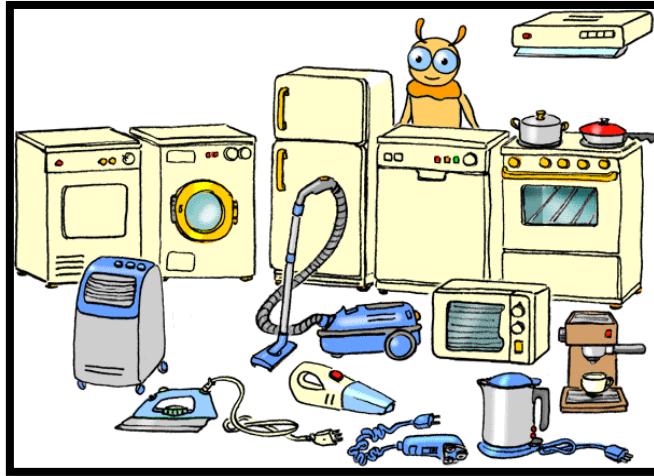


## Chapitre 9 : Tension électrique

### 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  $\Delta t = x \cdot V_s$
- Connaitre et exploiter la sensibilité verticale  $V = y \cdot S_y$
- maîtriser l'utilisation de l'oscilloscope et l'exploitation des oscilloscopes

## 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 :

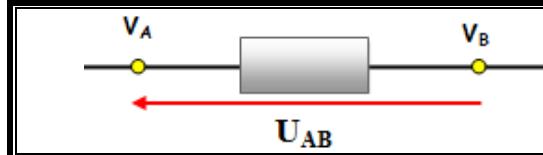
**$V_A$**  : Potentiel électrique au point A en ( V )

**$V_B$**  : 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**.

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

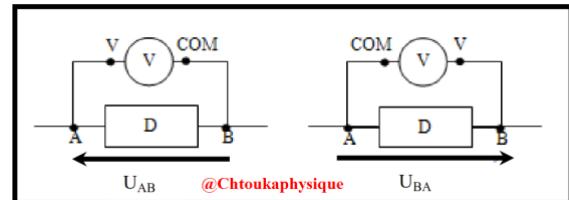
## II. Mesure de la tension électrique

### 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  $U = \frac{C \cdot n}{n_0}$  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  $\Delta U = \frac{C \cdot a}{100}$

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  $\Delta U$  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

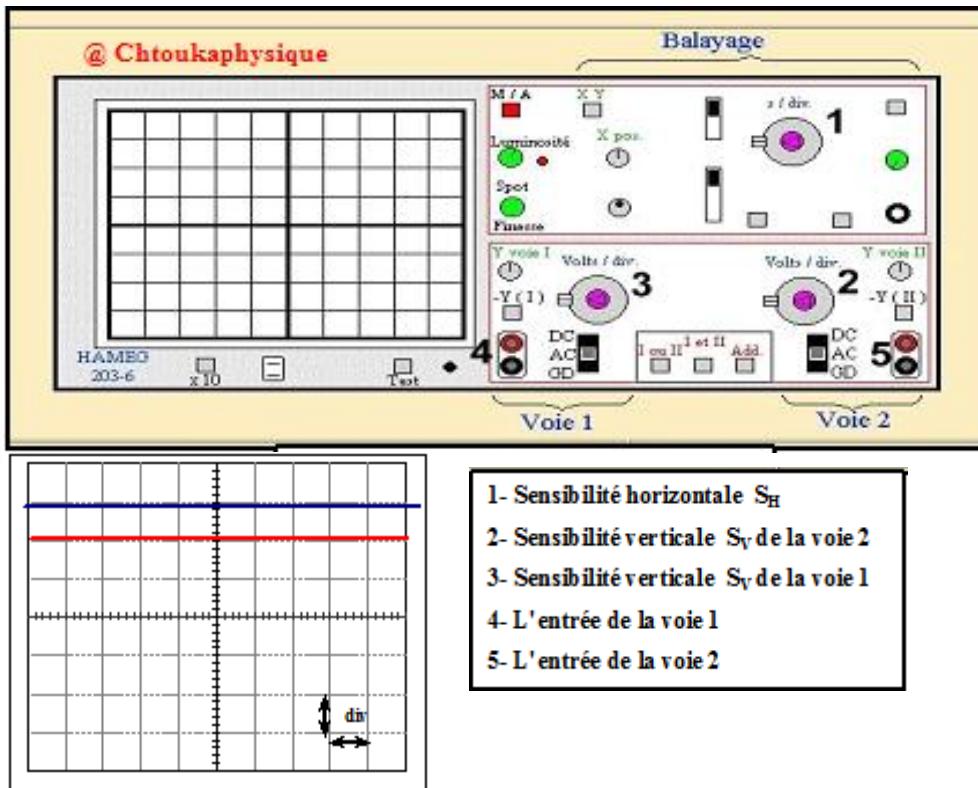
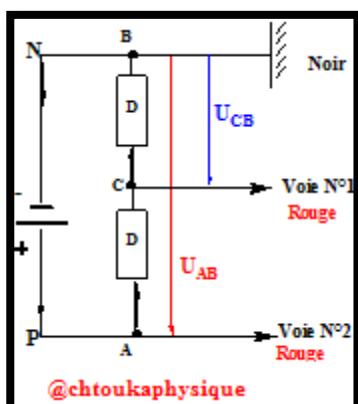
## 4 . Mesure de la tension électrique grâce à un oscilloscope

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

**Exemple**



❖ **Données :**

Sensibilité verticale  $S_v$  de l'entrée  $Y_1$ :  $S_v = 1 \text{ V / div}$

Sensibilité verticale  $S_v$  de l'entrée  $Y_2$ :  $S_v = 2 \text{ V / div}$

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 :**

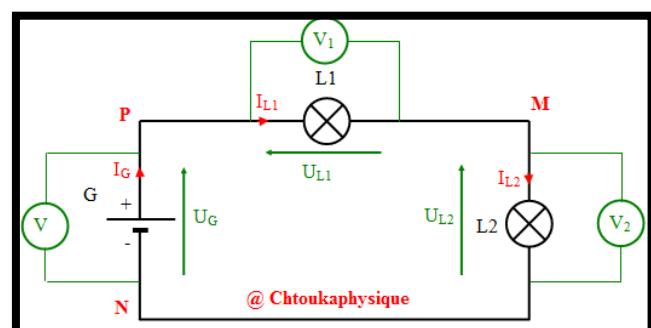
$U_{PN} = V_P - V_N = V_P - V_N + V_M - V_M$   
 $= (V_P - V_M) + (V_M - V_N)$

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

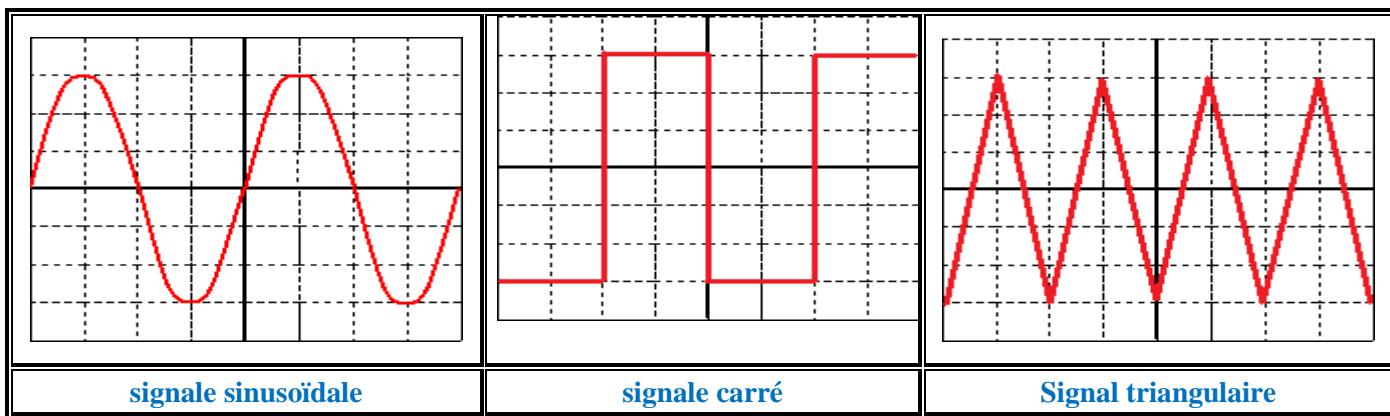
### 1. définition

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**.

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

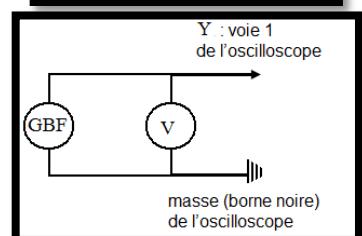
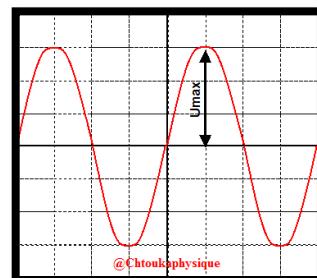
#### ❖ Tension efficace $U_{eff}$ :

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

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

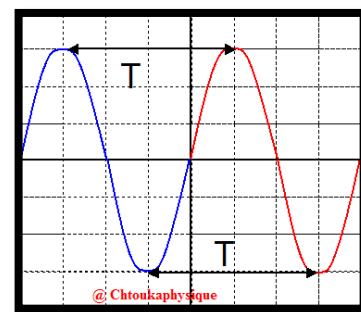
$$U_{max} / U_{eff} \text{ est pratiquement constant et égale à } 1,414 = \sqrt{2}$$

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



## 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 :  $U_{\max}$ ,  $U_{\text{eff}}$  et  $f$

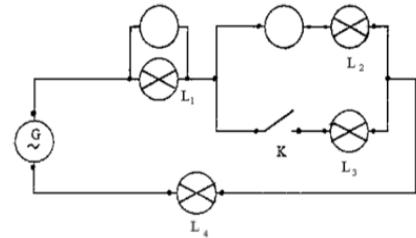
**Données :**

- **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 :

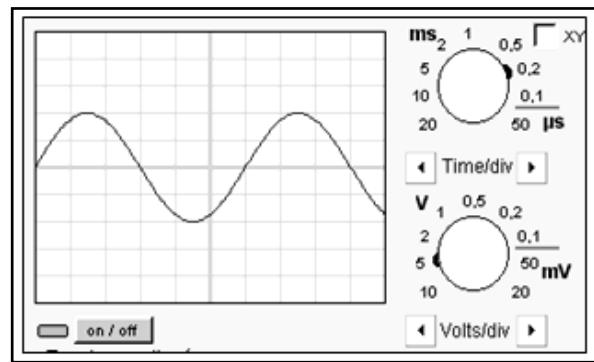
On réalise le montage électrique suivant :

1. Nommer l'appareil permettant de mesurer:
  1. 1 La tension électrique aux bornes de la lampe  $L_1$ .
  1. 2 L'intensité du courant électrique qui traverse la lampe  $L_2$ .
2. L'interrupteur  $K$  est ouvert:
  2. 1 Les lampes  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_4$  sont-elles, dans ce cas, branchées en série ou en parallèle ?
  2. 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  $L_4$ .
  2. 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 :

1. Cette tension est-elle continue? Justifier.
2. Cette tension est-elle alternative? Justifier.
3. Cette tension est-elle périodique? Justifier.
4. Quelle grandeur est représentée sur l'axe horizontal ? Quelle est son unité ?
5. Quelle grandeur est représentée sur l'axe vertical Quelle est son unité ?
6. Quelle est la valeur de la tension maximale?
7. Quelle est la valeur de la période?
8. calculer la fréquence



### ❖ Exercice 3 :

Voici l'oscillogramme d'une tension périodique :

On donne

Sensibilité verticale 2V/div

Sensibilité horizontale 1ms/div

1. Mesurer la période de cette tension.
2. Mesurer la valeur maximale de cette tension.
3. Calculer la fréquence de cette tension.
4. Calculer la valeur efficace de cette tension

