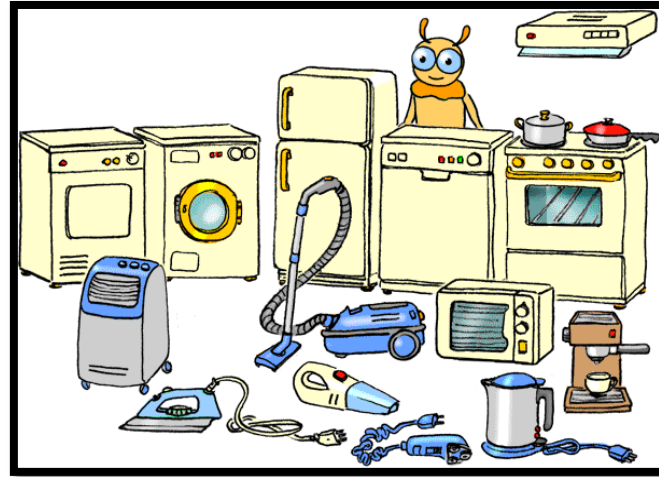


Chapitre 9 : Tension électrique

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 $\Delta t = x \cdot V_x$
- 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 :

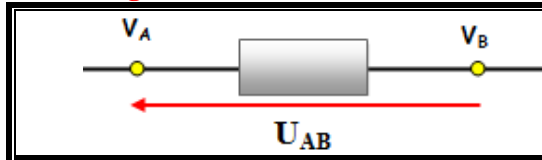
V_A : **Potentiel électrique** au point A en (V)

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 $U_{AB} = -U_{BA}$

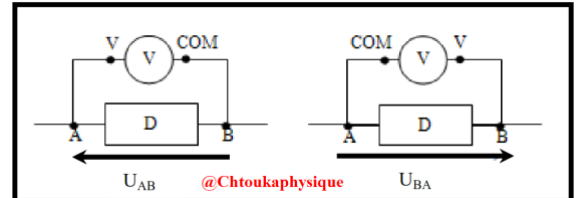
II. Mesure de la tension électrique

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 $U = \frac{C \cdot n}{n_0}$ 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**

- ΔU **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 ΔI** 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

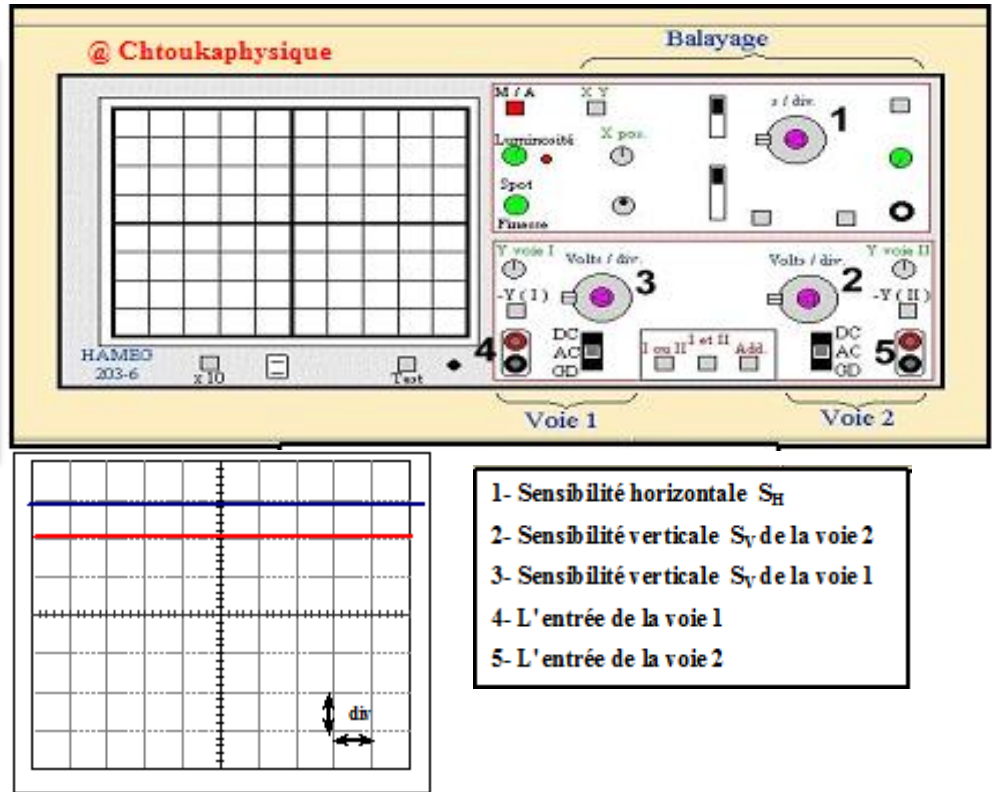
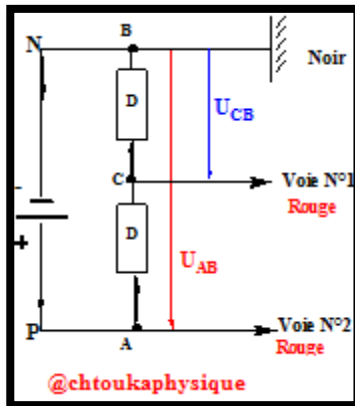
4. Mesure de la tension électrique grâce à un oscilloscope

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 Y₁ 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

Eseple



Données :

Sensibilité verticale S_v de l'entrée Y₁ : $S_v = 1 \text{ V / div}$

Sensibilité verticale S_v de l'entrée Y₂ : $S'_v = 2 \text{ V / div}$

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 **$U_{PN} = U_{PM} + U_{MN}$**

❖ **Etude théorique :**

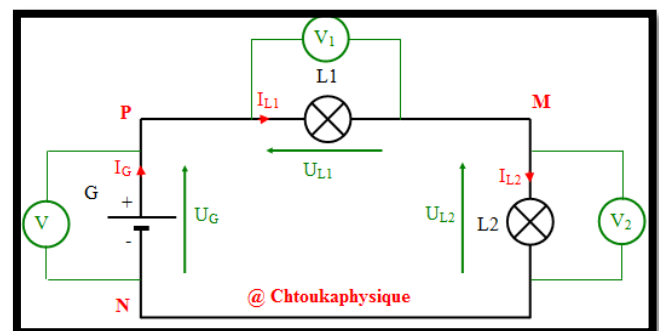
$$U_{PN} = V_P - V_N = V_P - V_N + V_M - V_M \\ = (V_P - V_M) + (V_M - V_N)$$

Donc $U_{PN} = U_{PM} + U_{MN}$

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 :

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

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

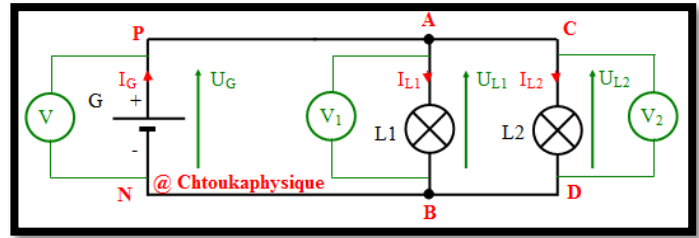
$$U_{CD} = V_C - V_D$$

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

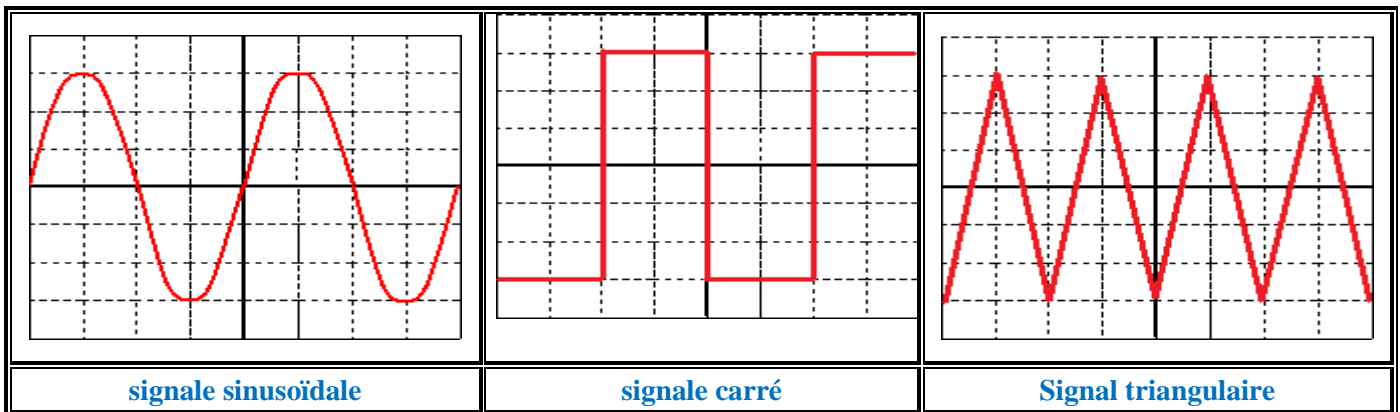
1. définition

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**.

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

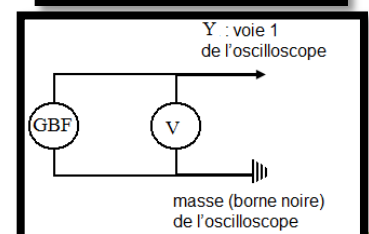
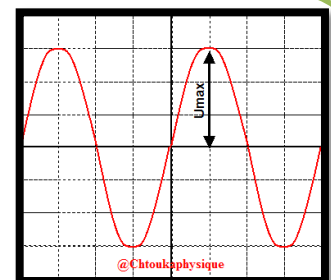
❖ Tension efficace U_{eff} :

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) .

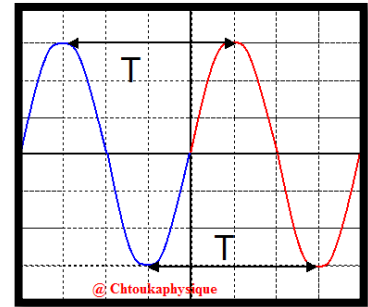
Pratiquement , la fréquence c'est l'inverse de la période. Elle s'exprime en **Hertz** de symbole (**Hz**) : $F = \frac{1}{T}$

Exemple :

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

Données :

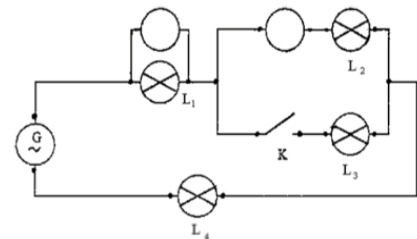
- **Sensibilité horizontale S_H ou vitesse de balayage :** $S_H = 0,2 \text{ ms / div}$
- **Sensibilité verticale S_V :** $S_V = 2 \text{ V / div}$



❖ Exercice 1 :

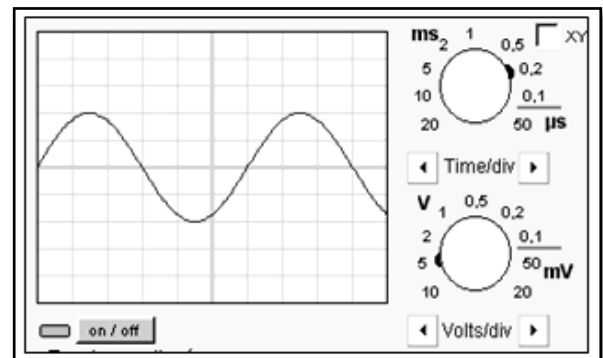
On réalise le montage électrique suivant :

- 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

