

Niveau : 2<sup>ndes</sup>AC

Discipline :

PHYSIQUE-CHIMIE

CÔTE D'IVOIRE – ÉCOLE NUMÉRIQUE



THÈME : ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTRONIQUE

TITRE DE LA LEÇON : TENSION ELECTRIQUE

## I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Au cours d'une visite d'une classe de seconde du lycée moderne Nimbo Bouake au barrage de Kossou, le technicien en charge de guider les élèves leur explique que la tension électrique qui y est produite est une tension alternative sinusoïdale, différente de la tension continue délivrée par les piles.

De retour en classe, pour mieux différencier ces deux tensions, les élèves et leur professeur décident de définir la tension électrique, de déterminer la tension continue et les caractéristiques d'une tension sinusoïdale.

## II. CONTENU DE LA LEÇON

### 1- NOTION DE TENSION ÉLECTRIQUE

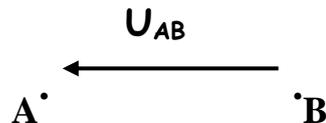
#### 1.1- Mise en évidence de la tension

Le courant électrique circule entre deux (2) points d'un circuit électrique parce que ces points ne se trouvent pas dans le même état électrique.

La différence d'état électrique entre deux(2) points est appelée tension électrique ou différence de potentiel.

#### 1.2- Représentation d'une tension

La tension entre deux points A et B notée  $U_{AB}$  se représente par une flèche allant de B vers A.



**Remarque :**  $U_{AB} = V_A - V_B$  (différence de potentiel) où  $V_A$  est le potentiel du point A et  $V_B$  celui du point B.

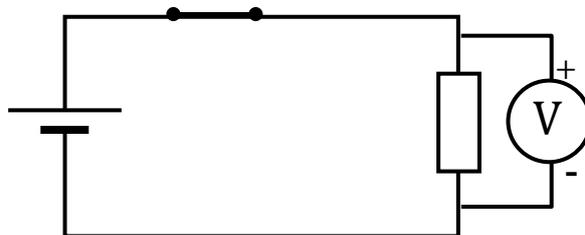
#### 1.3- Mesure des tensions

La tension électrique est une grandeur mesurable. Elle se mesure à l'aide :

- d'un voltmètre
- d'un oscilloscope
- d'un multimètre utilisé en voltmètre.

Tous ces appareils se branchent en dérivation dans le circuit électrique aux bornes du dipôle dont on mesure la tension à ses bornes.

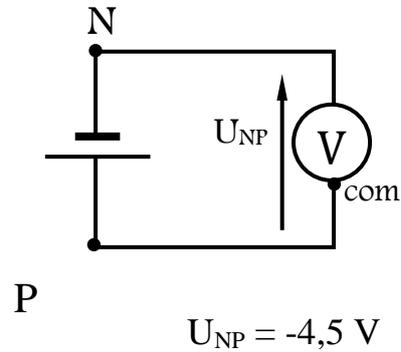
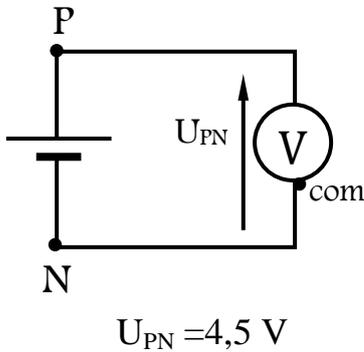
L'unité de la tension est le volt (V).



### 1.4- Ordre de grandeur de quelques tensions

	Éclair	Batterie de voiture	Pile électrique	Haute tension
Tension	10 <sup>8</sup> V	12V ; 24 V	1,5V ; 4,5 V ; 9 V	540 kV

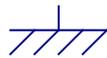
### 1.5- Caractère algébrique de la tension



$U_{PN} = - U_{NP}$ . La tension est **une grandeur algébrique**.

### 1.6- La masse d'un circuit

La **masse** d'un circuit est un conducteur de référence dont le potentiel (V) est nul. Son symbole est :

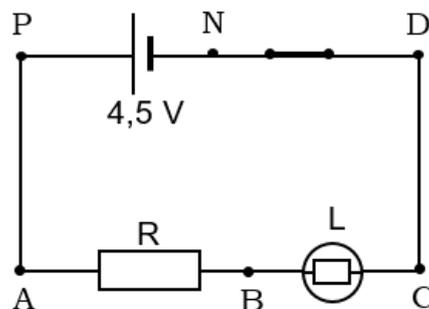


La plupart du temps, la masse est reliée à la carcasse métallique de l'appareil.

## 2- LOI DES TENSIONS CONTINUES

### 2.1- Additivité des tensions

#### 2.1.1- Montage expérimental



### 2.1.2- Tableau de mesure

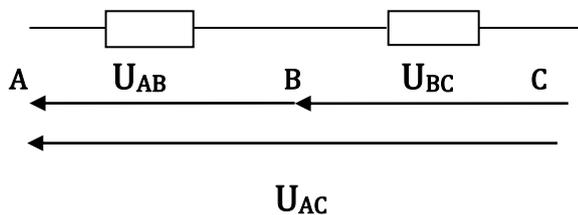
Tension mesurée	$U_{PN}$	$U_{DN}$	$U_{CD}$	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{AC}$
Circuit ouvert	4,8 V	4,78 V	0 V	0 V	0 V	0 V
Circuit fermé	4,8 V	0 V	0 V	1,65 V	3,12 V	4,78 V

### 2.1.3- Exploitation des mesures

- La tension aux bornes de l'interrupteur ouvert est égale à celle aux bornes du générateur.
- La tension aux bornes des fils conducteurs est toujours nulle.
- L'interrupteur fermé se comporte comme un fil conducteur.
- On constate aussi que :  $U_{AC} \approx U_{AB} + U_{BC}$
- On a :  $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$

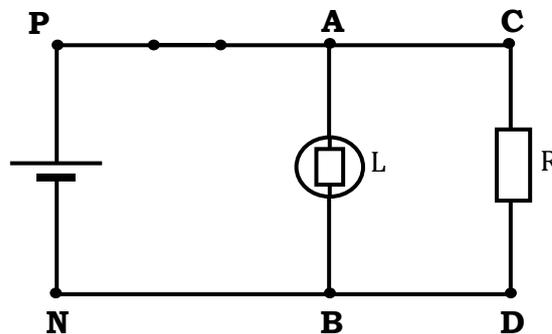
### 2.1.4- Conclusion

La tension aux bornes de dipôles en série est égale à la somme des tensions des dipôles.



## 2.2- Cas de dipôles montées en dérivation

### 2.2.1- Montage expérimental



### 2.2.2- Résultats

$U_{PN}$	$U_{AB}$	$U_{CD}$
4,8 V	4,76 V	4,78 V

### 2.2.3- Exploitation des résultats

On constate que :  $U_{PN} \approx U_{AB} \approx U_{CD}$

## 2.2.4- Conclusion

Les tensions aux bornes de dipôles montés en dérivation (ou en parallèles) sont égales.

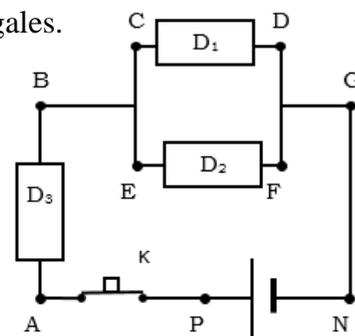
### Activité d'application

On considère le montage ci-contre

On a mesuré :

$$U_{PN} = 9,0 \text{ V} ; U_{CD} = 4,3 \text{ V}$$

Calculer  $U_{EF}$  et  $U_{AB}$ .



### Corrigé

\*Calcul de la tension  $U_{EF}$  : les dipôles  $D_1$  et  $D_2$  sont en dérivation ; alors  $U_{EF} = U_{CD} = 4,3 \text{ V}$

\*Calcul de la tension  $U_{AB}$  :  $U_{AB} = U_{AP} + U_{PN} + U_{NG} + U_{GD} + U_{DC} + U_{CB}$

L'interrupteur étant fermé,  $U_{AP} = 0\text{V}$ .

Les tensions aux bornes des fils de connexion étant nulles,  $U_{NG} = U_{GD} = U_{DC} = U_{CB} = 0\text{V}$

Donc  $U_{AB} = U_{PN} + U_{DC}$  avec  $U_{DC} = -U_{CD} = -4,3\text{V}$

$$U_{AB} = 9,0 + (-4,3) = 4,7 \text{ V}$$

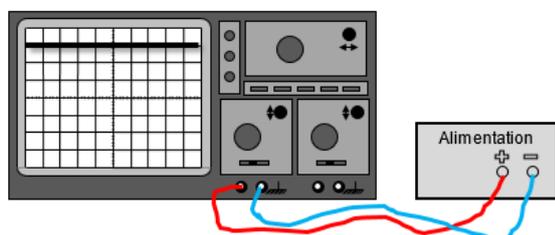
## 3-VISUALISATION ET MESURE D'UNE TENSION A L'OSCILLOSCOPE

### 3.1- Description et fonctionnement d'un oscilloscope

(Voir document annexe)

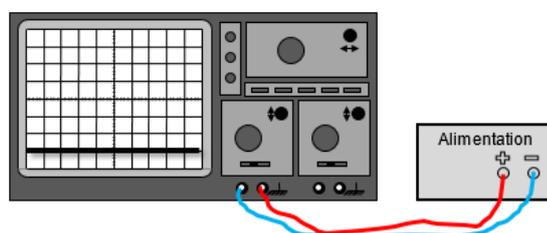
### 3.2- Mesure d'une tension continue à l'oscilloscope

#### 3.2.1-Expériences et observations



Déviations du spot vers le haut :

Tension positive ( $U > 0$ )



Déviations du spot vers le bas :

Tension négative ( $U < 0$ )

### 3.2.2- Conclusion

La déviation verticale est proportionnelle à la tension mesurée.

La valeur absolue de la tension appliquée à l'entrée de l'oscilloscope est égale au produit de la sensibilité verticale  $s_v$  par la déviation.

$$|U| = s_v \times d.$$

d : déviation verticale du spot mesurée en cm ou en division

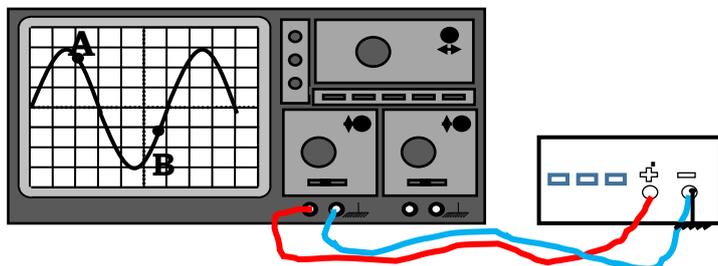
$s_v$  : sensibilité verticale en V/ cm ou en V/division

- Si le spot est dévié vers le haut, la tension mesurée est positive.
- Si le spot est dévié vers le bas, la tension mesurée est négative.

En 1 :  $U = 6 \text{ V}$       En 2 :  $U = -6 \text{ V}$

### 3.3- Mesure d'une tension variable

#### 3.3.1- Mise en évidence expérimentale d'une tension variable



Les déviations verticales pour les points A et B sont de sens contraires et de valeurs différentes

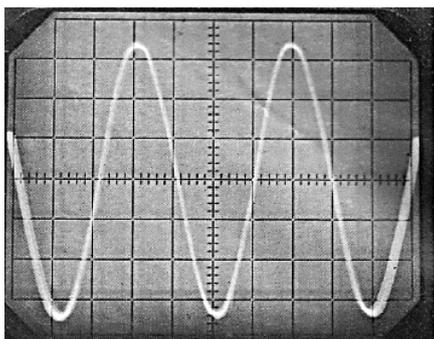
#### 3.3.2- Définition

Une tension variable est une tension dont la valeur et le sens changent au cours du temps

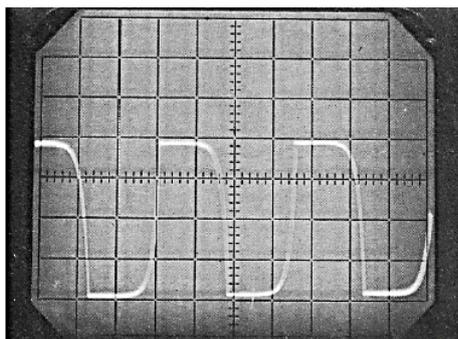
**Remarque :** Les tensions variables sont fournies par :

- les générateurs de basses fréquences (GBF)
- les alternateurs
- la génératrice de vélo.

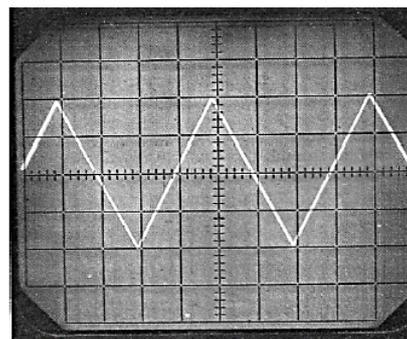
#### 3.3.3- Exemples de tensions variables



Tension sinusoïdale



Tension rectangulaire



Tension triangulaire

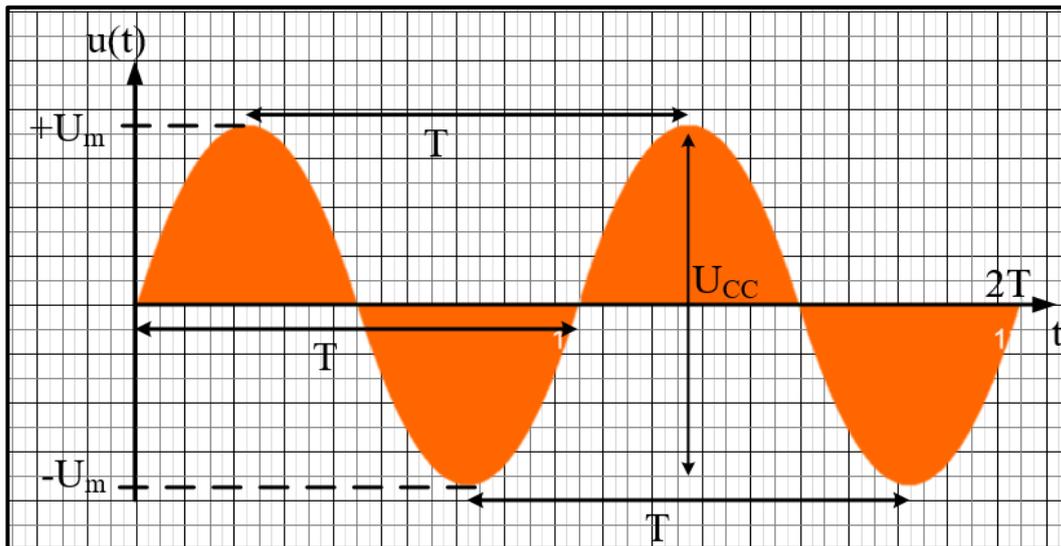
### 3.4- Caractéristiques d'une tension sinusoïdale

#### 3.4.1- Définition

La tension sinusoïdale est une tension périodique et alternative

#### 3.4.2- Sa période et sa fréquence

- La période notée  $T$  est le plus petit intervalle de temps au bout duquel la tension se reproduit identique à elle-même. Son unité est la seconde (s).



$T = b \times d$  avec  $b$  la base de temps ou sensibilité horizontale et  $d$  le nombre de divisions ou déviation horizontale en div ( ou en cm ).

- La fréquence est le nombre de période par seconde. C'est donc l'inverse de la période. Son unité est le hertz (Hz).

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

### 3.4. 3- Sa valeur maximale et sa valeur efficace

**La tension maximale** ou **amplitude**  $U_{max}$  est la plus grande valeur que prend la tension. Elle se mesure à l'aide de l'oscilloscope.

**La tension efficace** ( $U_{eff}$  ou  $U$ ) est la tension mesurée à l'aide d'un voltmètre en mode alternatif.

### 3.4.4- Relation entre tension maximale et tension efficace

La tension efficace est liée à la tension maximale par la relation :

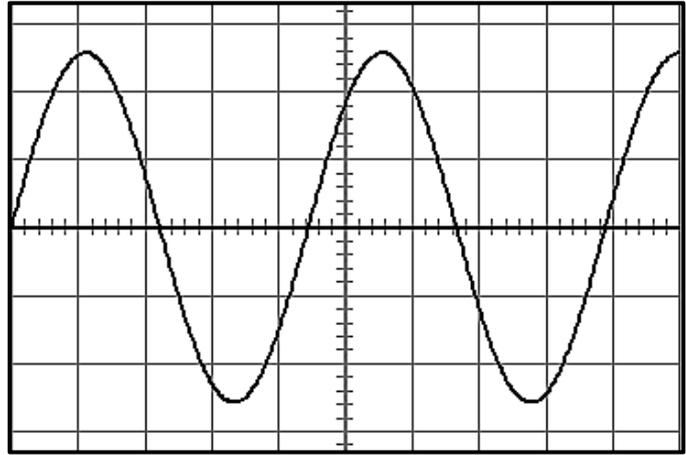
$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

**Remarque :** la tension utilisée à la maison est une tension variable, alternative sinusoïdale.

## Activité d'application

Détermine  $U_m$  ;  $U$  ;  $T$  et  $N$

$$s_v = 2V/div ; b = 1ms/div$$



## Corrigé

### \*Détermination de la tension maximale $U_m$

La tension crête à crête vaut :

$$U_{cc} = S_v \times d_v = 2V/div \times 5,2div = 10,4V$$

$$\text{On a : } U_m = \frac{U_{cc}}{2} = \frac{10,4}{2} \underline{U_m = 5,2V}$$

### \*Détermination de la tension efficace $U$

$$\text{On a : } U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{5,2}{\sqrt{2}} \underline{U = 3,7V}$$

### \*Détermination de la période $T$

$$T = b \times d_h = 2 ms/div \times 8 div = \underline{16 ms}$$

### \*Détermination de la fréquence $N$

$$\text{On a : } N = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,016} \underline{N = 62,5 Hz}$$

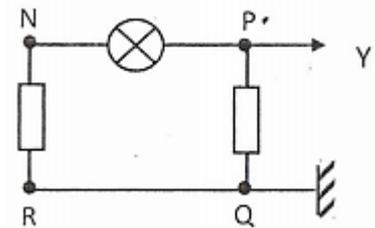
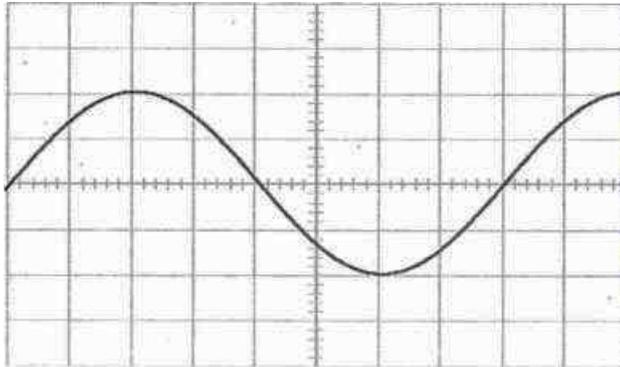
## **SITUATION D'ÉVALUATION**

Au cours d'une séance de TP, ton groupe réalise le montage ci-contre.

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- Base de temps : 2 ms/div
- Sensibilité verticale : 5 V/div

L'oscillogramme obtenu est donné par la figure suivante :



Il t'est demandé de déterminer les caractéristiques de la tension visualisée

1. Indique la tension visualisée sur l'oscilloscope.
2. Détermine
  - 2.1 la valeur maximale de la tension
  - 2.2 la valeur efficace de la tension.
3. Calcule

- 3.1 la période de cette tension
- 3.2 la fréquence de cette tension.

4. Représente, en vraie grandeur l'aspect de l'écran de l'oscilloscope quand le balayage est coupé.
- 4.2. Représente les branchements à réaliser pour obtenir sur l'écran les deux tensions suivantes :  $U_{NP}$  ;  $U_{RN}$  (On fera deux schémas différents)

**Corrigé**

1) La tension  $U_{PQ}$  sinusoïdale

2) Détermination de :

2.1- Tension maximale

$$U_{max} = 5V/div \times 2div = \underline{10 V}$$

2.2- Tension efficace

$$U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = \underline{7,07 V}$$

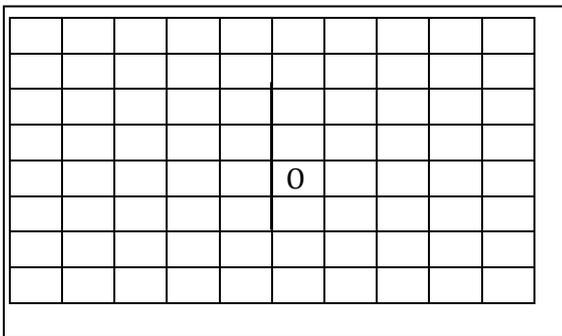
3) Calcul de :

3.1- La période  $T = 2ms/div \times 8 div = \underline{16ms}$

3.2- La fréquence  $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,016} = \underline{62,5 Hz}$

4)

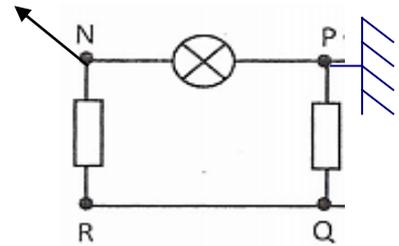
4.1-



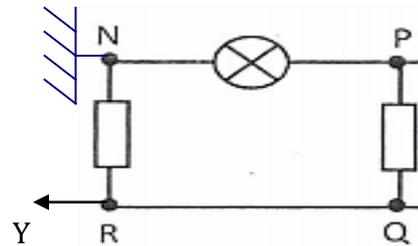
**4.2-Branchements de l'oscilloscope**

- Pour la tension  $U_{NP}$

Y



-Pour la tension  $U_{RN}$



**III. EXERCICES**

**EXERCICE 1**

Entre différents points A, B, C d'un circuit, on a établi les relations suivantes pour les tensions

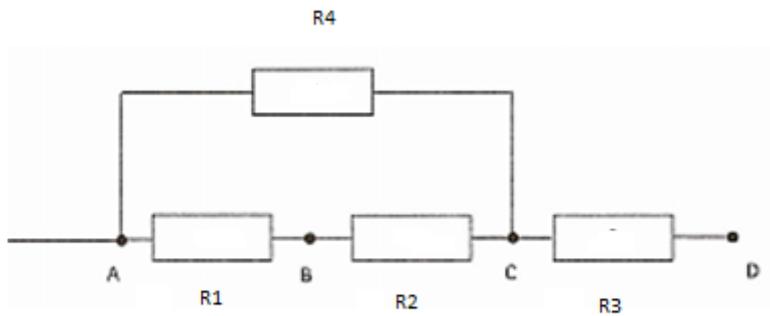
$$3U_{CA} = U_{BD} ; U_{AB} + U_{CD} = 6V ; U_{BC} = 2V.$$

Déterminer  $U_{CA}$  ;  $U_{BD}$  ;  $U_{AB}$  ;  $U_{DC}$

**Solution**

$$U_{CA} = 5V ; U_{DB} = -15V ; U_{AB} = -7V ; U_{DC} = -13V$$

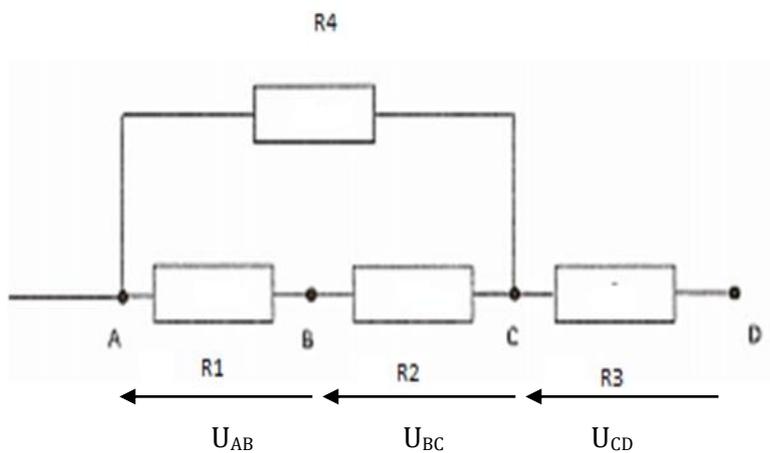
## EXERCICE 2



1. Représente les tensions électriques  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  et  $U_{CD}$ .
2. Détermine les tensions aux bornes des dipôles  $R_2$  et  $R_4$ , sachant que  $U_{AD} = 7,5 \text{ V}$ ,  $U_{AB} = 2,3 \text{ V}$  et  $U_{CD} = 2 \text{ V}$ .

### Corrigé

1. Représentation de  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  et  $U_{CD}$



2. Détermination des tensions aux bornes des dipôles  $R_2$  et  $R_4$

-Pour le dipôle  $R_2$  :  $U_{AD} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$

Donc  $U_{BC} = U_{AD} - U_{AB} - U_{CD} = 7,5 - 2,3 - 2 = \underline{3,2 \text{ V}}$

-Pour le dipôle  $R_4$  :  $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = 2,3 + 3,2 = 5,5 \text{ V}$

## EXERCICE 3

Un GBF délivre une tension alternative et sinusoïdale de fréquence 400 Hz et de tension efficace 5 V

1-Calculer la période de la tension délivrée par le GBF.

2-Calculer la tension maximale délivrée par le GBF.

### Corrigé

1-Période de la tension délivrée par le GBF :

$$T = \frac{1}{400} \quad ; \quad T = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad ; \quad T = 2,5 \text{ ms}$$

2-Tension maximale délivrée par le GBF :  $U_m = 5 \times \sqrt{2}$  ;  $U_m = 7,07 \text{ V}$

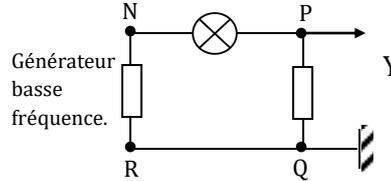
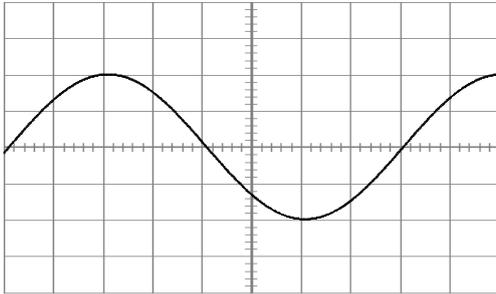
## EXERCICE 4

Au cours d'une séance de travaux pratiques, ton groupe réalise le montage schématisé ci-après.

Les réglages de l'oscilloscope que vous utilisez sont :

- Base de temps : 2ms/div
- Sensibilité verticale : 5V/div

Vous observez l'oscillogramme donné par la figure ci-dessous.



Il vous est demandé de déterminer les caractéristiques de la tension visualisée.

1. Précise la tension visualisée.
2. Détermine pour cette tension :
  - 2.1 la valeur maximale;
  - 2.2 la valeur efficace ;
  - 2.3 la période;
  - 2.4 la fréquence.
3. Représente en vraie grandeur, lorsque le balayage est coupé :
  - 3.1 l'aspect de l'écran de l'oscilloscope ;
  - 3.2. les branchements à réaliser pour obtenir sur l'écran les deux tensions suivantes :  $U_{NP}$  ;  $U_{RN}$ . (On fera deux schémas différents)

### corrigé

1. L'oscillogramme visualisé représente la tension  $U_{PQ}$ .

2. Valeurs maximale et efficace de la tension :

$$U_{PQ_{\max}} = k_v \cdot d = 5 \times 2 = 10 \text{ V}$$

$$U_{PQ} = \frac{U_{PQ_{\max}}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7,07 \text{ V}$$

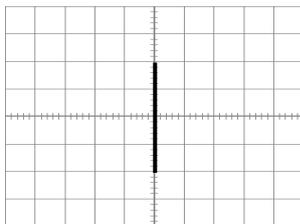
3. Calcul de la période et de la fréquence :

$$T = k_h \cdot d, \quad k_h : \text{sensibilité horizontale}$$

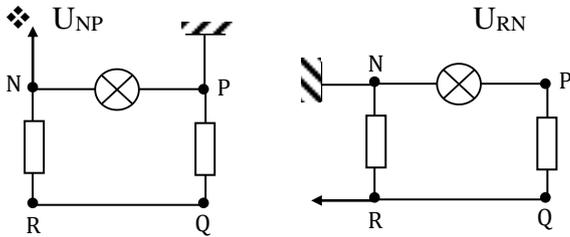
$$T = 2 \cdot 10^{-3} \times 8 = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$N = \frac{1}{T} = 62,5 \text{ Hz.}$$

3-



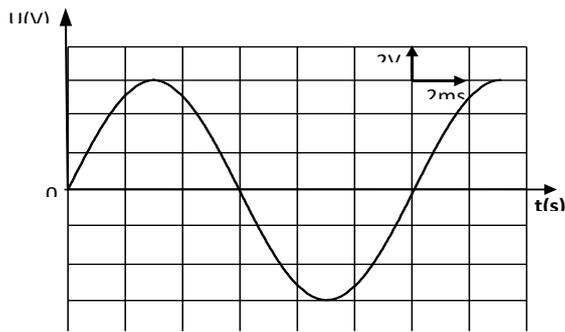
#### 4. Représentation des tensions :



#### EXERCICE 5

Pendant les congés de Pâques, un élève d'une classe de 2<sup>nd</sup> dans un Lycée assiste à l'installation de panneaux solaires pour alimenter les installations électriques du campement de son père.

Il observe entre autres appareils installés dans le dispositif, un onduleur qui a pour rôle de convertir la tension continue issue des panneaux solaires en une tension de nature différente, que l'équipe d'installation fait visualiser sur un oscilloscope dont l'oscillogramme est représenté ci-dessous :



Sensibilité verticale de l'oscilloscope : 50 V/div

Sensibilité horizontale de l'oscilloscope : 5 ms / div

Il est émerveillé et intéressé par cette courbe qu'il a déjà vue en classe.

En tant qu'élève de 2<sup>nd</sup> il te sollicite pour te joindre à lui afin de déterminer les caractéristiques de cette tension.

1-Nomme le type de tension délivrée par l'onduleur convertisseur.

2-Détermine :

2-1-La tension maximale délivrée par l'onduleur.

2-2-La période de la tension délivrée par l'onduleur.

2-3-La tension efficace délivrée par l'onduleur.

2-4-La fréquence de la tension délivrée par l'onduleur.

#### corrigé

1-Tension alternative sinusoïdale.

2-1-Tension maximale :

$$U_m = 3 \times 50 ; U_m = 150 \text{ V}$$

2-2-Période de la tension délivrée par l'onduleur :

$$T = 6 \times 5 ; T = 30 \text{ ms} = 0,03 \text{ s}$$

2-3-Tension efficace :

$$U = U_m / \sqrt{2} ; U = 150 / \sqrt{2} ; U = 106,06 \text{ V}$$

2-4-Fréquence de la tension délivrée par l'onduleur :

$$N = 1/T ; N = 1/0,03 = 33,33 \text{ Hz}$$

## IV. DOCUMENTATION

### Utilisation d'un oscilloscope



Un oscilloscope est un appareil qui permet de visualiser une tension électrique répétitive.

#### 1. Description d'un oscilloscope

Les divers boutons et touches de réglages d'un oscilloscope peuvent être regroupés en blocs fonctionnels :

- |  |   |
|--|---|
| 1 Réglages généraux (confort visuel).<br>2 Réglage de la position de la trace.<br>3 Réglages des deux voies.<br>4 Réglage de la sensibilité horizontale. | Réglages du déclenchement :<br>5 Source et couplage à utiliser pour le déclenchement<br>6 Niveau de déclenchement |
|--|---|



#### 2. Les quatre blocs fonctionnels

##### 2.1. Réglages généraux

- Deux potentiomètres « INTENSITY » et « FOCUS » permettent de régler la qualité de la trace.
- Le potentiomètre « position 2 » permet le réglage vertical de la trace correspondante. Le potentiomètre « position 1 » permet le réglage horizontal des traces.

##### 2.2. Réglages des voies 1 et 2

- Le potentiomètre « VOLT/DIV » permet un choix de la sensibilité verticale. Le potentiomètre de réglage fin du gain vertical « VAR » doit être positionné sur « cal » (calibre d) pour que l'indication de la sensibilité verticale soit valide.

- Au-dessus de chaque entrée se trouve un bouton qui change le couplage de l'entrée :

- DC (direct current) : visualisation du signal complet.

- AC (alternative current) : visualisation de la composante alternative du signal (élimination de la composante continue).

- GND (ground) : l'entrée est court-circuitée (mise à la masse) : on observe la position 0 V de la trace.

- La touche « - CH 2 » permet de visualiser l'opposé du signal présent sur la voie 2. La touche « ADD » additionne les signaux des deux voies.

##### 2.3. Sensibilité horizontale

- Le bouton « T/DIV » permet de régler la vitesse de défilement horizontal du spot. Le mode XY permet de tracer le signal de la voie 2 (ordonnées) en fonction du signal de la voie 1 (abscisses).

##### 2.4. Déclenchement

L'oscilloscope ne déclenche le balayage de l'écran par le spot seulement si l'une des voies (à sélectionner) a atteint une tension seuil à définir.

- En dessous du choix de la base de temps, on choisit la « source » (la voie) que l'oscilloscope va analyser pour déclencher le balayage du spot : CH1, CH2, ALT (alternativement l'un puis l'autre), LINE (le courant 50 Hz du réseau EDF) ou EXT (voie extérieure, à brancher en dessous). Le choix du couplage de la voie de déclenchement permet de sélectionner DC, AC, TV et autre... : il correspond au signal qui sera pris en compte pour le déclenchement (composante alternative ou signal total).

- Au-dessus du choix de la base de temps, le bouton « LEVEL » permet de régler la tension à partir de laquelle le déclenchement sera effectué. Un bouton permet de choisir si le déclenchement sera effectué sur front

montant (valeur par défaut) ou descendant.

### 3. Utiliser un oscilloscope

- Allumer l'oscilloscope.
- Régler la luminosité (intensity) et la finesse de la trace (focus).
- Vérifier que les commandes VAR des deux voies sont sur la position Cal.
- Régler les sensibilités verticales.
- Régler la sensibilité horizontale (base de temps).
- Choisir une voie de déclenchement.
- Choisir le couplage du déclenchement sur cette voie (AC ou DC).
- Régler le niveau du déclenchement. Déclenchement du spot. Écran Attente du seuil de déclenchement

<http://physique.reverdy.free.fr/Premiere S/Cours files/Utilisation%20d%E2%80%99un%20oscilloscope.pdf>