

# Thème : L'énergie

## Chapitre : L'énergie électrique Circuits et grandeurs électriques

### Objectifs :

- Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma donné, et inversement, les symboles étant fournis.
- Représenter le branchement d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un système d'acquisition sur un schéma électrique.
- Visualiser à l'aide d'un système d'acquisition des représentations temporelles d'une tension électrique, d'une intensité du courant électrique dans un circuit et en analyser les caractéristiques.
- Choisir le réglage des appareils pour mesurer une valeur moyenne ou une valeur efficace.
- Mesurer la valeur moyenne d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit.
- Mesurer la valeur efficace d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit.
- Utiliser les conventions d'orientation permettant d'algébriser tensions et intensités électriques.
- Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles dans un circuit comportant trois mailles au plus.
- Adopter un comportement responsable et respecter les règles de sécurité électriques.

### Sommaire

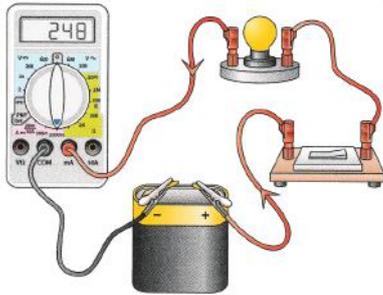
<b>1. Cours</b>	<b>2</b>	<b>d'un moteur à courant continu</b>	<b>6</b>
1.1 Intensité . . . . .	2		
1.2 Tension . . . . .	3	<b>3. Activité 2 : Générer, visualiser et mesurer une tension périodique</b>	<b>7</b>
1.3 Le régime sinusoïdal . . . . .	4		
<b>2. Activité 1 : Régler le sens de rotation</b>		<b>4. Exercices</b>	<b>8</b>

# 1. Cours

## 1.1 Intensité

Qu'est-ce que l'intensité d'un courant électrique ?

.....  
 .....



Dans un conducteur, le courant électrique est dû à un mouvement d'ensemble de porteurs de charges qui sont des électrons dans le cas des métaux et des alliages et des ions dans le cas des électrolytes. La valeur de l'intensité est donnée par la formule :

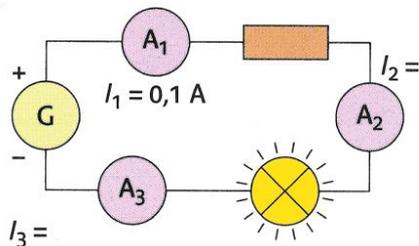
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (1)$$

Avec  $I$  l'intensité électrique en  $A$ ,  $q$  la charge électrique en  $C$  et  $\Delta t$  la durée de l'échange en  $s$ .

Avec quel appareil se mesure un courant électrique ? Comment se branche-t-il ?

.....  
 .....

### Intensité dans un circuit en série

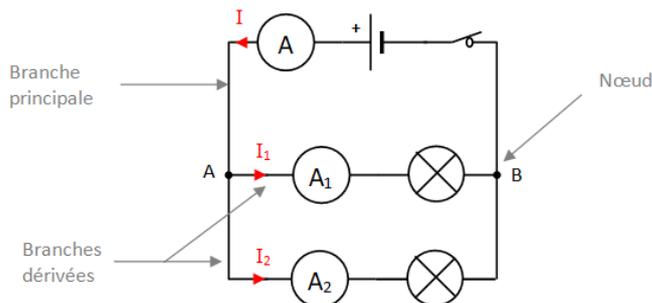


Donner les valeurs de  $I_2$  et  $I_3$  :

.....

Dans un circuit en série, l'intensité du courant électrique est la même dans tous les dipôles et ne dépend pas de l'ordre des dipôles : c'est la loi d'unicité de l'intensité dans un circuit en série.

### Intensité dans un circuit en dérivation



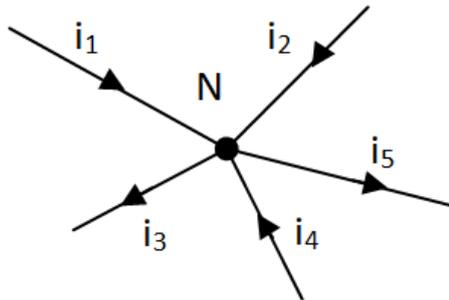
Donner la relation liant  $I$ ,  $I_2$  et  $I_3$  :

.....

Énoncer la loi des nœuds :

.....  
 .....

Exemple :



Donner la relation liant  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i_4$  et  $i_5$  :

.....

## 1.2 Tension

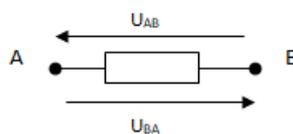
Qu'est-ce que la tension électrique ?

.....  
 .....

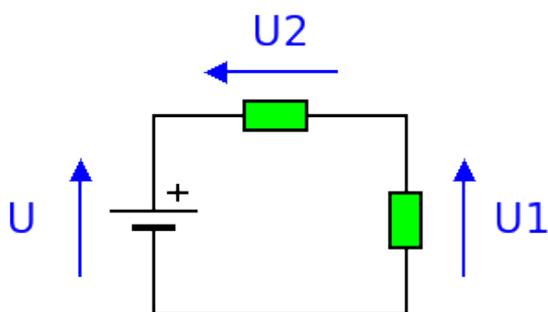
Avec quel appareil se mesure une tension électrique ? Comment se branche-t-il ?

.....  
 .....

- La tension entre deux points A et B d'un circuit correspond à la différence de potentiel (ddp) qui existe entre ces deux points :  $U_{AB} = V_A - V_B$  .
- La tension est une grandeur algébrique, elle peut être positive ou négative :  
 $U_{AB} = V_A - V_B = -(V_B - V_A) = -U_{BA}$
- La tension  $U_{AB}$  aux bornes d'un dipôle est représentée par une flèche allant de B vers A :



**Tension dans un circuit en série**



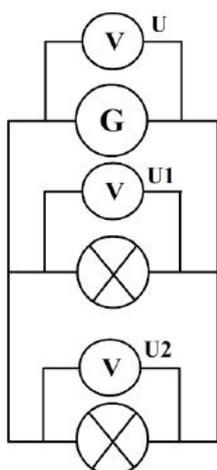
Donner la relation liant  $U$ ,  $U_1$  et  $U_2$  :

.....

Énoncer la loi d'additivité des tensions :

.....  
 .....

**Tension dans un circuit en dérivation**



Donner la relation liant  $U$ ,  $U_1$  et  $U_2$  :

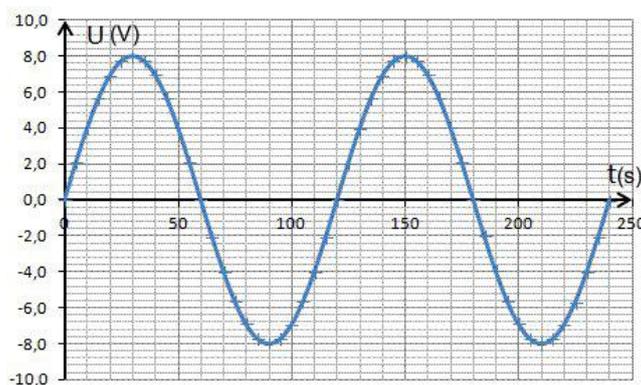
.....

Énoncer la loi d'unicité des tensions :

.....  
 .....

**1.3 Le régime sinusoïdal**

La tension électrique  $u(t)$  entre les deux bornes (phase et neutre) d'une prise électrique dans une habitation est de la forme :



Déterminer  $U_{max}$ , la période du signal et sa fréquence.

.....  
.....

L'expression de la tension  $u(t)$  est donnée par la relation :

$$u(t) = U_{max} \times \sin(\omega \times t + \phi_0) \quad (2)$$

avec  $U_{max}$  la valeur maximale (amplitude) de la tension (en V),  $\omega$  la pulsation (en  $\text{rad.s}^{-1}$ ),  $\phi_0$  le déphasage à l'origine (en rad) et  $u(t)$  la valeur instantanée ou valeur à un instant  $t$  de la tension (en V).

La tension efficace est  $U_{eff}$  (en V), **elle se mesure avec un voltmètre en position AC :**

.....

- La tension moyenne est  $U_{moy}$  (en V), elle se mesure avec un voltmètre en position DC;
- La période  $T$  (en s) de la tension est le temps au bout duquel la tension se répète identique à elle-même;
- La fréquence  $f$  (en Hertz de symbole Hz) est le nombre de périodes par seconde :

.....

- La pulsation  $\omega$  (en  $\text{rad.s}^{-1}$ ) est telle que :

.....

## 2. Activité 1 : Régler le sens de rotation d'un moteur à courant continu

### Objectif :

- Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles dans un circuit comportant trois mailles au plus.



FIGURE 1 – Le moteur à courant continu (moteur CC)

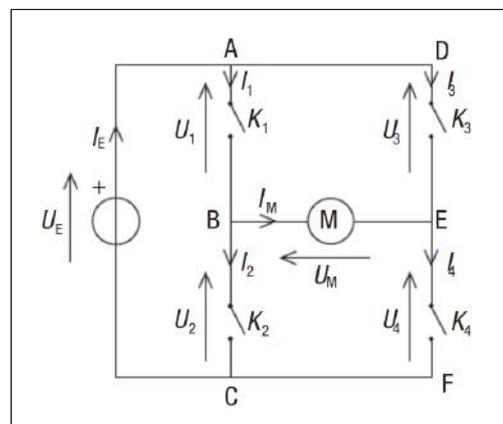


FIGURE 2 – Le moteur à courant continu et le pont en H

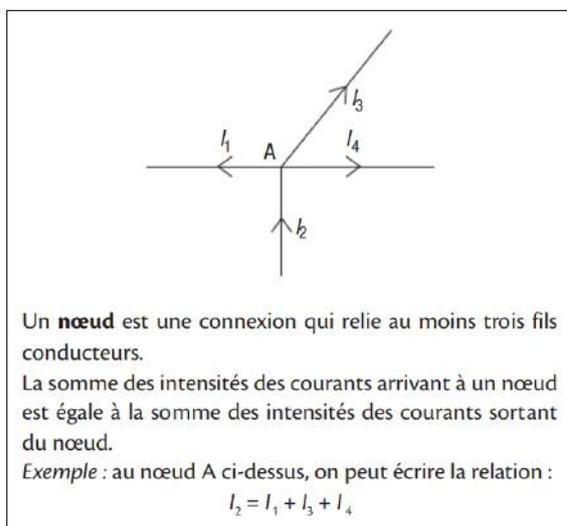


FIGURE 3 – La loi des nœuds

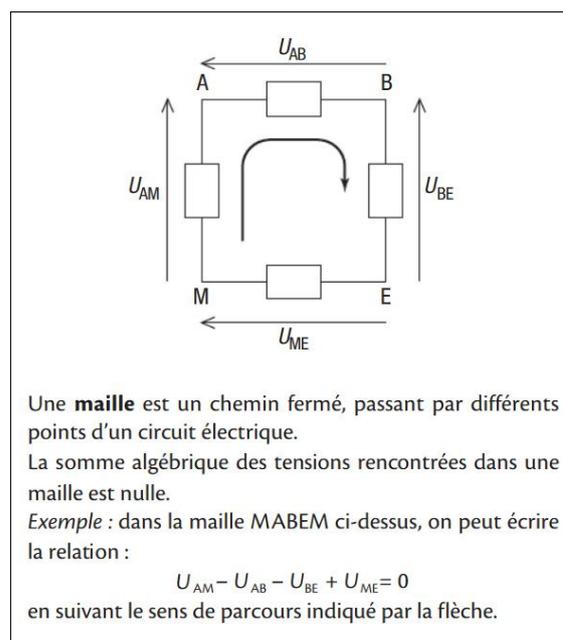


FIGURE 4 – La loi des mailles

1. Dans le circuit de la figure 2, écrire la loi des nœuds en A, B, C et E.  
Que peut-on en déduire quand les interrupteurs  $K_1$  et  $K_4$  sont fermés avec  $K_2$  et  $K_3$  ouverts ?  
Et quand les interrupteurs  $K_2$  et  $K_3$  sont fermés avec  $K_1$  et  $K_4$  ouverts ?
2. Quelle relation peut-on écrire entre  $U_E$ ,  $U_1$  et  $U_2$  ?  
Que peut-on en déduire quand l'interrupteur  $K_1$  est fermé avec  $K_2$  ? Et quand l'interrupteur  $K_2$  est fermé avec  $K_1$  ouvert ? (*Rappel* : la tension aux bornes d'un interrupteur fermé est nulle).
3. Dans le circuit de la figure 2, **appliquer** la loi des mailles dans les mailles ADEB puis EBCF.  
Que peut-on en déduire sur le signe de  $U_M$  quand les interrupteurs  $K_1$  et  $K_4$  sont fermés avec  $K_2$  et  $K_3$  ouverts ?  
Et quand les interrupteurs en  $K_2$  et  $K_3$  sont fermés avec  $K_1$  et  $K_4$  ouverts ?
4. Quel est l'intérêt de placer un moteur à courant continu dans un pont en H ?

### 3. Activité 2 : Générer, visualiser et mesurer une tension périodique

#### Objectif :

- Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma donné, et inversement, les symboles étant fournis.
- Visualiser à l'aide d'un système d'acquisition des représentations temporelles d'une tension électrique, d'une intensité du courant électrique dans un circuit et en analyser les caractéristiques.
- Choisir le réglage des appareils pour mesurer une valeur moyenne ou une valeur efficace.
- Mesurer la valeur moyenne d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit.
- Mesurer la valeur efficace d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit.

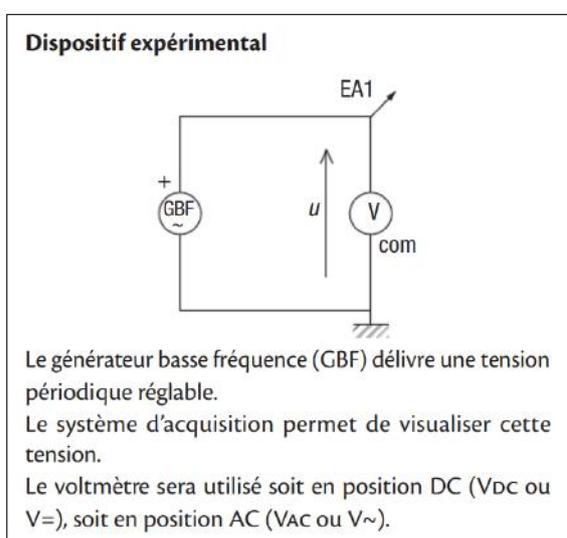


FIGURE 1 – Étude d'une tension alternative

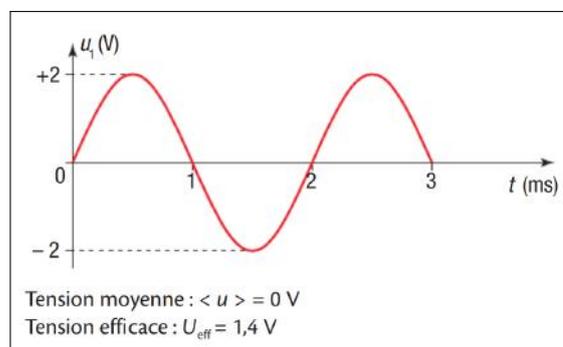


FIGURE 2 – Tension alternative sinusoïdale

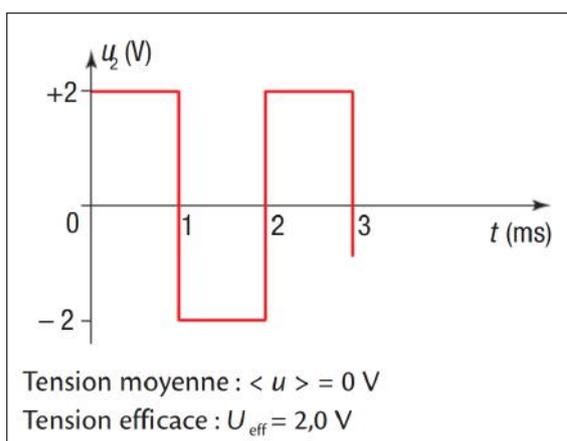


FIGURE 3 – Tension alternative rectangulaire

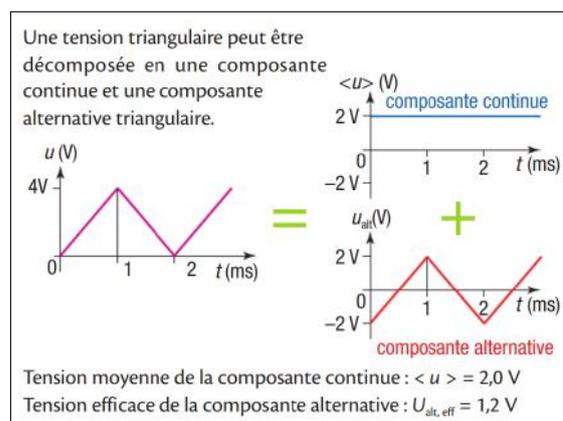


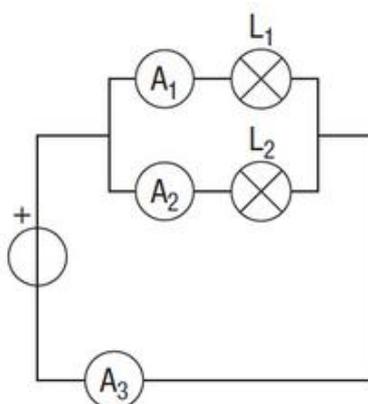
FIGURE 4 – Tension triangulaire

1. **Déterminer** la période de la tension et en déduire sa fréquence.
2. **Réaliser** le montage et les réglages permettant de visualiser la tension de la figure 2. Quelles sont les indications du voltmètre en position DC ? en position AC ?
3. **Reprendre** la question 2 pour la tension de la figure 3.
4. **Reprendre** la question 2 pour la tension de la figure 4.
5. À l'aide de vos mesures lors des questions précédentes, **déduire** ce que mesure un voltmètre en position DC ? en position AC ?

## 4. Exercices

### Exercice 1

On réalise le montage en dérivation ci-dessous :

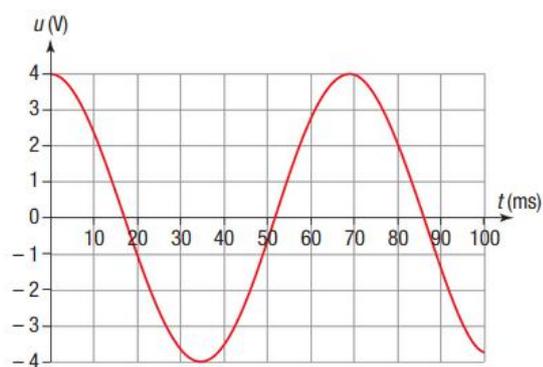


L'ampèremètre  $A_1$  indique 0,325 A et l'ampèremètre  $A_3$  indique 850 mA.

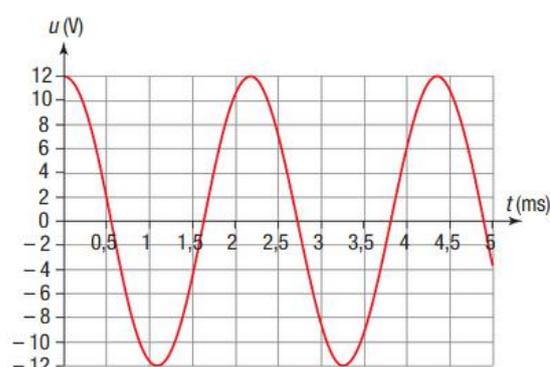
1. **Indiquer** le sens conventionnel du courant électrique dans les différentes branches du circuit.
2. **Préciser** l'emplacement des bornes COM des ampèremètres.
3. **Convertir**  $I_3$ , initialement donné en mA, en ampères.
4. Quelle indication porte l'ampèremètre  $A_2$ ? **Justifier**.
5. Après avoir représenté la flèche tension aux bornes du générateur, représenter le voltmètre et le système d'acquisition permettant sa mesure, en précisant l'emplacement de la borne COM.
6. Même question pour la lampe  $L_1$ .

### Exercice 2

**Déterminer** pour chaque oscillogramme ci-dessous la tension maximale, la tension moyenne, la tension efficace, la période et la fréquence.



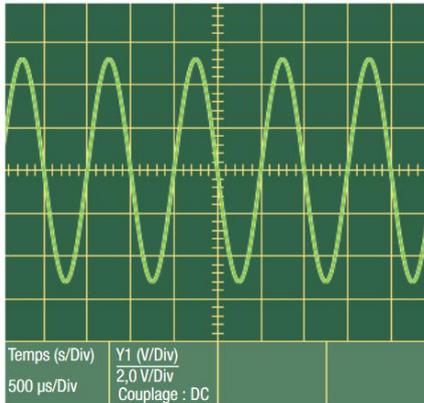
Oscillogramme 1



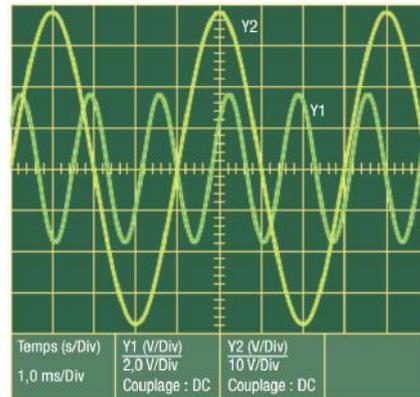
Oscillogramme 2

### Exercice 3

Déterminer pour chaque oscillogramme ci-dessous la tension maximale, la tension moyenne, la tension efficace, la période et la fréquence.



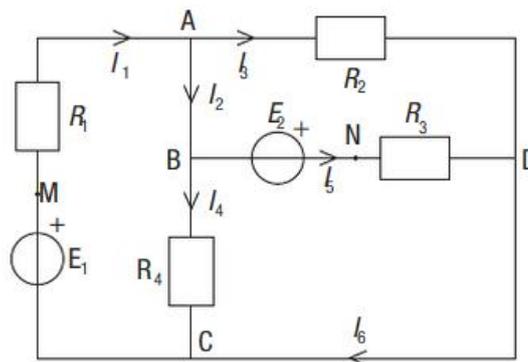
Oscillogramme 1



Oscillogramme 2

### Exercice 4

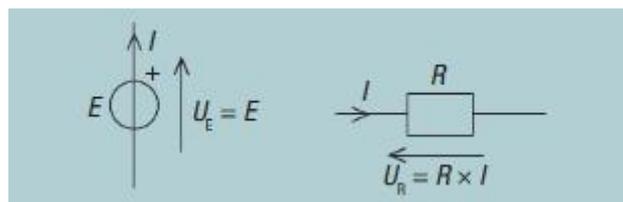
On considère le circuit suivant :



1. Représenter les flèches tensions aux bornes des différents dipôles.
2. Écrire la loi des nœuds en A, B, C et D.
3. Écrire la loi des mailles pour les mailles suivantes : ABCMA, ABNDA et BNDCB.
4. Déterminer les courants dans chaque branche et les tensions aux bornes de chaque dipôle.

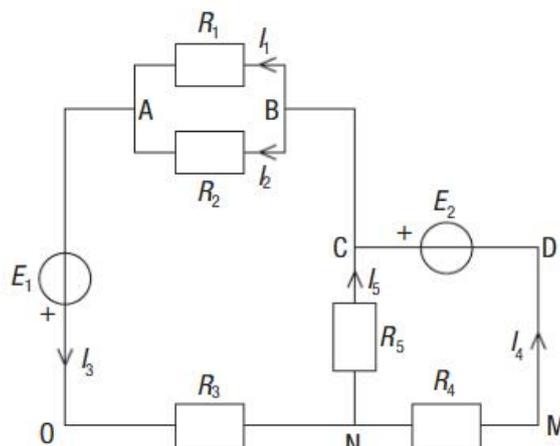
Données :

- $I_1 = 21,4 \text{ mA}$  ;  $I_3 = -5,7 \text{ mA}$  ;  $I_5 = 44,3 \text{ mA}$  ;  $E_1 = 9,0 \text{ V}$  ;  $E_2 = 15,0 \text{ V}$  ;  $U_{ND} = 13,3 \text{ V}$ .
- Lois caractéristiques des générateurs de tension et des résistances :



### Exercice 5

On considère le circuit suivant :



1. **Représenter** les flèches tensions aux bornes des différents dipôles.
2. **Écrire** la loi des nœuds en A, C et N.
3. **Écrire** la loi des mailles pour les mailles suivantes : ABCNOA et CNMDC.
4. **Écrire** la loi caractéristique des dipôles  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  et  $R_5$ .
5. **Déterminer** les courants dans chaque branche et les tensions aux bornes de chaque dipôle.
6. Quel est le sens réel du courant dans la branche CN ?

**Données :**  $E_1 = 9,0 \text{ V}$  ;  $E_2 = 15,0 \text{ V}$  ;  $R_1 = 300\Omega$  ;  $R_2 = 200\Omega$  ;  $R_3 = 600\Omega$  ;  $R_4 = 325\Omega$  et  $R_5 = 100\Omega$  ;  $I_3 = 15,7 \text{ mA}$  et  $I_4 = 39,0 \text{ mA}$ .

### Exercice 6

La qualité de l'électricité disponible à une prise de courant est essentielle au bon fonctionnement de l'appareil qu'on y branche. Le but de cet exercice est de caractériser la « qualité » d'une tension électrique.

La qualité de l'électricité recouvre trois notions différentes :

- la **continuité d'alimentation** (coupures d'électricité) ;
- la **qualité de l'onde de tension** (phénomènes qui perturbent le fonctionnement des appareils électriques) ;
- la qualité de **service** (relations avec les gestionnaires de réseaux notamment).

Il est de la responsabilité des gestionnaires de réseaux publics de garantir un certain niveau de qualité de l'électricité aux utilisateurs. Cette responsabilité est partiellement encadrée, notamment par des textes législatifs et réglementaires et par certaines clauses incluses dans les différents contrats. En cas d'événements climatiques majeurs qui perturbent de façon exceptionnelle les réseaux, les gestionnaires de réseaux publics sont toutefois susceptibles d'être dérogés en partie de leur responsabilité, sous certaines conditions.

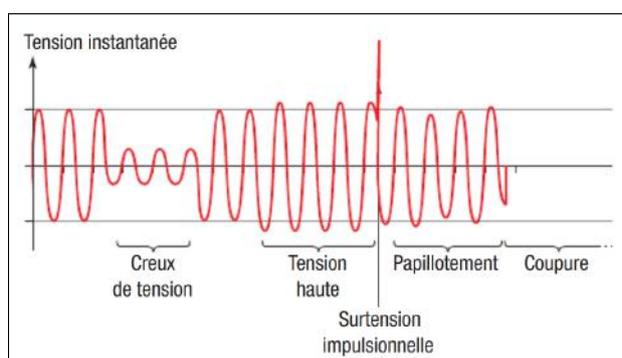


FIGURE 2 – Principales perturbations caractérisant une tension électrique (CRE).

FIGURE 1 – L'essentiel

Paramètres	Caractéristiques
Fréquence	Mesurée par période de 10 s $\pm 1\%$ (49,5 – 50,5 Hz) pendant 99,5 % du temps $-6\%/+4\%$ (47 – 52 Hz) pendant 100 % du temps
Tension	$\pm 10\%$ pendant 95 % d'une semaine, valeurs efficaces moyennées sur 10 minutes
Surtension	Inférieure à deux fois la tension crête
Coupure	Quelques dizaines à quelques centaines par an Durée de 70 % d'entre elles < 1 s

FIGURE 3 – Principales exigences de la norme EN 50160 régissant les caractéristiques de la tension dans les réseaux publics de distribution à destination du grand public.

1. **Rappeler** les valeurs de la tension efficace et de la fréquence disponibles à une prise de courant en France.
2. Un radio-réveil branché sur le secteur détermine l'heure en mesurant le nombre de maximums de tension au cours du temps.
  - a) En supposant que la fréquence délivrée est rigoureusement constante à 49,5 Hz, combien de périodes le radio-réveil a-t-il mesuré en 24h ?
  - b) **Refaire** le calcul dans le cas où la fréquence est constante à 50,5 Hz. **Commenter**.
3. Quelle est, en volts, la limite de la surtension autorisée 95% du temps ?
4. **Expliquer** pourquoi il faut éviter de soumettre un appareil électrique à une surtension.
5. À l'aide des documents et en utilisant vos connaissances, **rédigier** en quelques lignes, une synthèse argumentée répondant à la problématique suivant :

« Pourquoi est-il important de normaliser la qualité de la tension au secteur ? »

Pour cela, **présenter** les principales perturbations pouvant affecter la tension du secteur.

**Préciser** ensuite les qualités attendues d'une tension à la sortie d'une prise.

Enfin, **illustrer** par plusieurs exemples (au moins 2) les conséquences d'une mauvaise qualité de cette dernière.