

## Chap. 6 : INTENSITE & TENSION ELECTRIQUES EN COURANT CONTINU

### I. Qu'est ce qu'un courant électrique ?

Un courant électrique est un déplacement d'ensemble de charges électriques (des électrons) au cours du temps dans un circuit électrique fermé.

- Ces déplacements sont imposés par l'action de la force électromagnétique.
- Le courant électrique se mesure en Ampères (A), c'est à dire en quantité de charges par seconde.
- Plus il y a de charges dans un circuit électrique qui passent par seconde, plus l'intensité du courant notée généralement  $I$  est forte.

On utilise un appareil appelé ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant électrique. Elle est notée  $I$  et se mesure en ampères (A).

Le déplacement de charges entre un point A et un point B dans un circuit électrique est provoqué par une différence de potentiel notée par  $U$  et dite aussi ddp. C'est une tension électrique mesurée en Volts (V).

### ANALOGIE DU COURANT ET DE LA TENSION AVEC UN COURS D'EAU

Le courant électrique se comporte un peu comme l'eau d'une rivière. Cette dernière, pour qu'elle coule, il faut que la hauteur au départ de la rivière soit plus haute que celle à l'arrivée (ou qu'il existe une pompe qui puisse mettre l'eau en mouvement). Plus le dénivelé est important - forte pente (ou plus la pompe est efficace) et plus le courant pourra être fort et rapide.

La différence de potentiel est alors équivalente à une différence d'altitude dans un cours d'eau.

### Exemple :

À la maison, les prises électriques fournissent la différence de potentiel (ou tension) nécessaire pour faire circuler le courant dans les appareils ménagers et les faire fonctionner.

**NB :** En France, l'intensité qui peut circuler au maximum à la sortie du compteur dépend le l'abonnement choisi, de la *puissance souscrite*. Elle est égale à 10 A au minimum, 20 ou 30 A sous une tension de 220 V.

## II. Composants et schéma d'un circuit électrique

Un circuit électrique est généralement constitué d'un ensemble de composants (dipôles) adaptés au besoins et reliés entre eux par un fil conducteur pour former un circuit fermé ou ouvert.

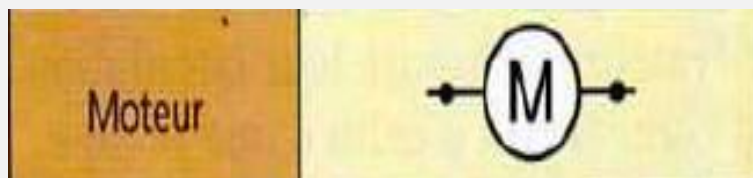
Parmi les composants ou dipôles les plus utilisés dans un circuit électrique, on peut citer :

1. Un générateur est un dispositif électrique permettant de faire circuler le courant électrique dans un circuit. **Exemple** : La pile classique est un générateur à tension continue.



*Schéma équivalent dans un circuit*

2. Un récepteur par opposition à un générateur, est un dispositif qui reçoit le courant électrique d'un générateur : **Exemple** : le moteur électrique, une pompe à chaleur.



*Schéma équivalent dans un circuit*

3. Un fil électrique conducteur est un fil cylindrique composé d'un matériaux très bon conducteur de courant électrique. Le plus utilisé, reste généralement à ce jour le cuivre.



*Schéma équivalent dans un circuit*

4. Une lampe est un objet technique qui produit de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant. **Exemple** : Lampe à incandescence classique (1879)



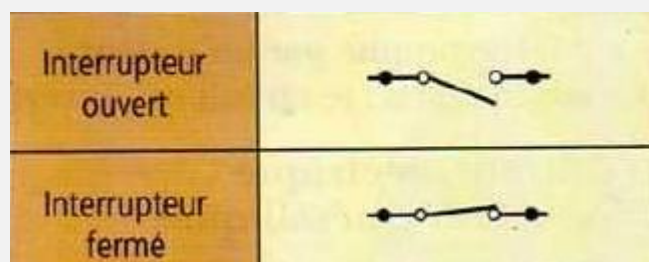
*Schéma équivalent dans un circuit*

5. Un conducteur ohmique ou résistance est un dipôle polarisé de forme cylindrique qui s'oppose au passage d'un courant électrique. Elle s'exprime en ohms ( $\Omega$ ).



*Schéma équivalent dans un circuit*

6. Un interrupteur est un dispositif permettant de contrôler le passage ou non du courant dans le circuit électrique. Interrupteur en position ouvert le courant ne passe pas dans le circuit et en position fermé, le courant passe.

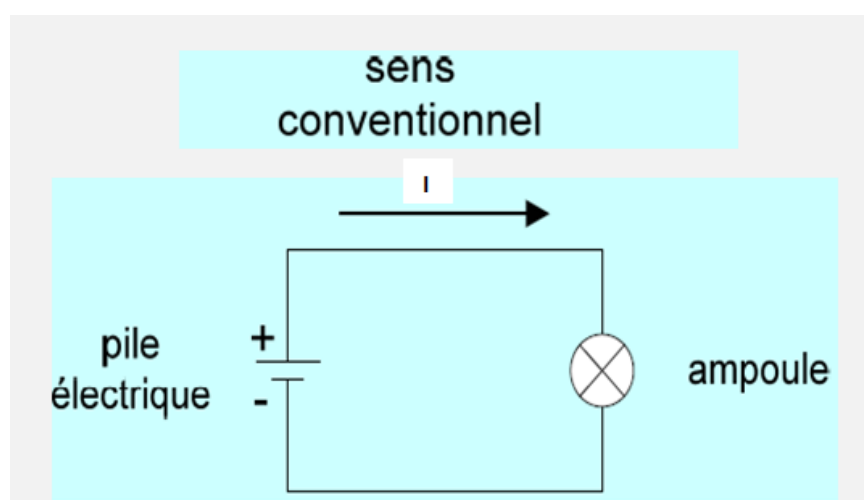


*Schéma équivalent dans un circuit*

### III. Exemples simples de circuits électriques

#### Exemple 1 :

Circuit comportant un générateur (pile électrique) et une lampe



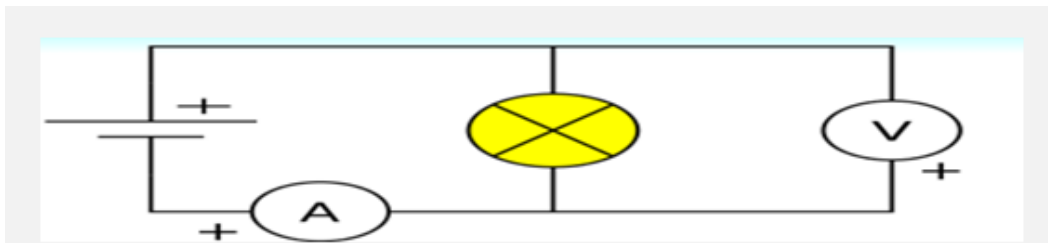
- Notons que le sens conventionnel du courant  $I$  qui traverse la lampe circule du pôle + vers le pôle - à l'extérieur du générateur et du sens inverse à l'intérieur.
- Le sens conventionnel du courant est défini toujours comme le sens contraire des déplacements de charges.
- Pour mesurer ce courant, on utilise un ampèremètre branché en série (jamais en parallèle).
- L'intensité  $I$  du courant électrique, symbolisé ici par la flèche, est la mesure en ampère du nombre de charges, en général des électrons, en coulomb par unité de temps.

**Exemple :** dans un fil le débit de 100 milliards d'électrons par seconde correspond à une intensité  $I = 0,016 \cdot 10^{-6} \text{ A}$ .

- La tension aux bornes du générateur se mesure à l'aide d'un voltmètre branché toujours en dérivation. Elle est donnée en volts (V).
- La lampe ici est traversée par le même courant  $I$  fourni par le générateur. On dit qu'elle est branchée en série.

### Exemple 2 :

Schéma du branchement d'un ampèremètre et d'un voltmètre



- Le voltmètre montré sur la figure ci-dessus est branché en dérivation et donne ici la tension  $U$  aux bornes du générateur en volts (V).
- L'ampèremètre monté ici en série donne l'intensité  $I$  du courant du circuit en ampère (A).

#### ❖ Les unités de mesures de courant et tension :

Courant	Tension
$1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$	$1 \text{ V} = 1000 \text{ mV}$
$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$	$1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V}$
$1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$	$1 \mu\text{V} = 10^{-6} \text{ V}$

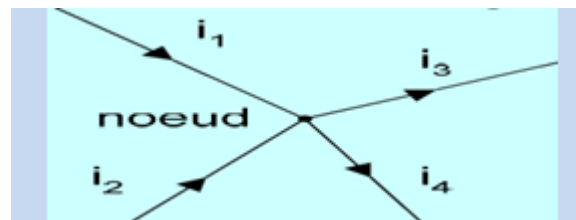
**NB :**

- ❖ Un courant de 50 mA pour un être humain, équivalent à 50 V pourrait lui être mortel.

## IV. Les lois de Kirchhoff

### 1. Loi des nœuds ( 1<sup>ère</sup> loi de Kirchhoff)

Un nœud est le point d'intersection de plusieurs conducteurs électriques comme indiqué sur la figure ci-dessous :

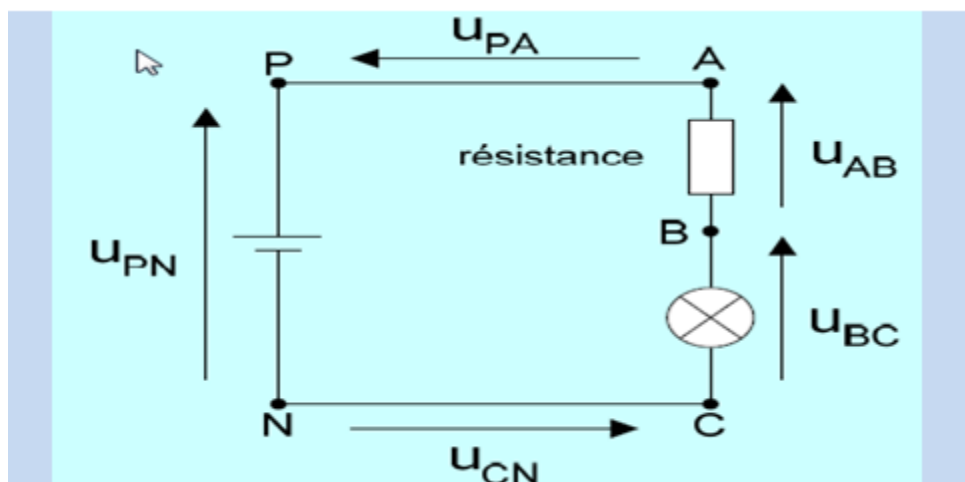


La loi des nœuds stipule que la somme des courants entrant est égale à la somme des courants sortant. En d'autres termes, il n'y a pas d'accumulation de charges au niveau d'un nœud.

Soit : 
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

### 2. Loi des mailles ( 2<sup>ème</sup> loi de Kirchhoff)

Dans une maille la somme totale algébrique des tensions est nulle.



#### Demonstration :

$$U_p - U_p = (U_p - U_A) + (U_A - U_B) + (U_B - U_C) + (U_C - U_N) + (U_N - U_p) = 0$$

Comme :  $(U_p - U_A) = 0$  et  $(U_C - U_N) = 0$

on a :

$$(U_A - U_B) + (U_B - U_C) + (U_N - U_P) = 0$$

Ce qui donne :

$$U_{AB} + U_{BC} - U_{PN} = 0 \quad (\text{Cqfd})$$

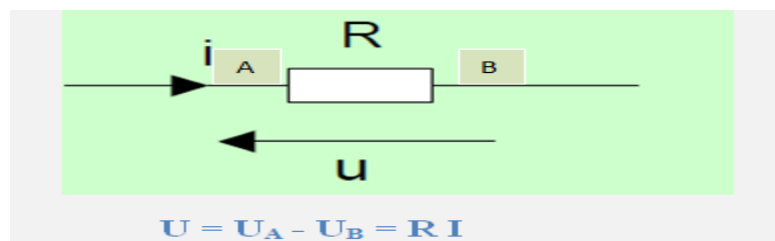
ou 
$$U_{AB} + U_{BC} = U_{PN} \quad (\text{conséquence - relation Chasles})$$

## V. Relation entre le courant et la tension

### 1. La loi d'Ohm ( physicien allemand 1789)

Dans une résistance, la tension entre les points A et B est proportionnelle au courant électrique I. Le facteur de proportionnalité est la résistance R.

Soit :



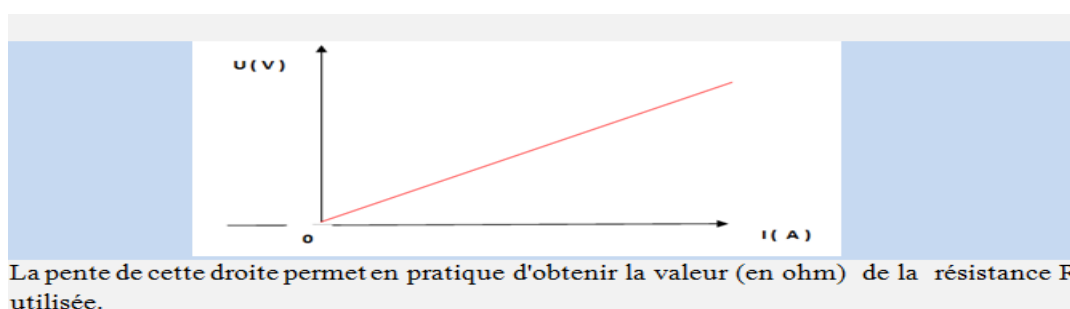
L'unité de mesure de la résistance électrique est le ohm ( $\Omega$ ).

**Exemple :** On estime la résistance d'un corps humain à  $1 \text{ K}\Omega$ . Si un courant de  $50 \text{ mA}$  nous traverse, quelle sera la tension appliquée ?

**NB :**

Notons qu'aux bornes d'une résistance la tension est toujours orientée dans le sens opposé du courant alors qu'aux bornes d'un générateur ils sont orientés du même sens.

### 2. Représentation graphique $U = f(I)$ aux bornes de R



### 3. Effet Joule

Un conducteur électrique traversé par un courant d'intensité  $I$  dégage de la chaleur. Il chauffe : c'est ce qu'on nomme par - **Effet Joule** - en référence au nom du physicien *anglais James Prescott Joule* qui l'a étudié vers 1868.

Dans le cas des conducteurs ohmiques et des résistances, la puissance électrique consommée est :

$$P \text{ (en watt -W )} = U I$$

qui est **entièrement transformée en chaleur** (énergie thermique).

Sur une durée de temps  $T$  (en seconde), l'énergie  $W$  dégagée (en Joule - J ) par une résistance  $R$  ( en ohm) traversée par un courant  $I$  (en A) est :

$$W \text{ ( en Joule - J )} = P T = R I^2 T$$

**NB :**

Les compteur d'énergie mesurent l'énergie électrique en Kilowatt heure (kWh).

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

**Exemple :**

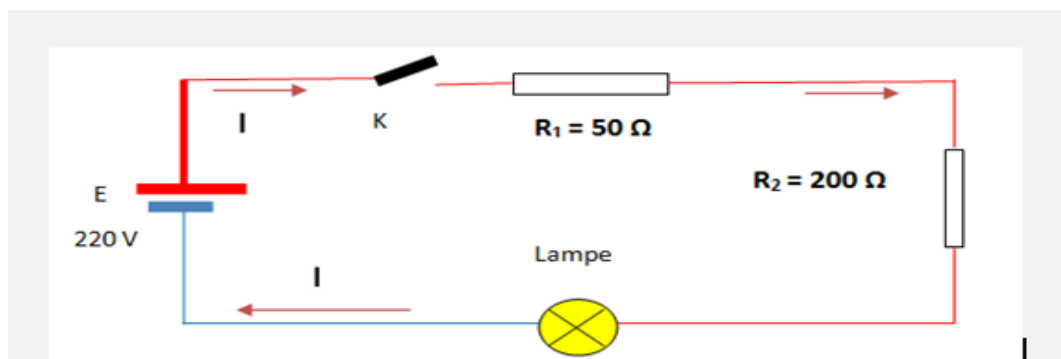
Quelle est l'énergie consommée par un grille -pain de résistance  $R= 70 \Omega$  pendant une durée  $T= 60 \text{ s}$  sous une tension appliquée  $U = 220 \text{ V}$  ?

$$W = U^2 T / R = (220)^2 \times 60 / 70 = 41485 \text{ J} \quad (\text{environ } 0,011 \text{ kWh})$$

## VI. Etude des circuits électriques séries et parallèles

### 1. Exemple 1 : Montage électrique en branchement série

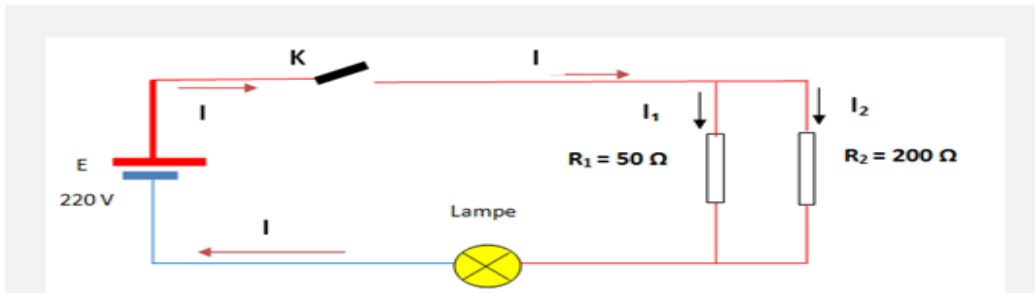
Décrire le montage série présenté sur la figure ci-dessous et déterminer le courant électrique  $I$  traversant ce circuit.



En déduire la puissance fournie par le générateur E et celle consommée par la résistance  $R_1$ .

## 2. Exemple 2 : Montage électrique en branchement parallèle ou en dérivation

Décrire les caractéristique du montage présenté ci-dessous.



Déterminer les courants électriques  $I_1$  et  $I_2$  traversant respectivement la résistance  $R_1$  et  $R_2$ . En déduire le courant  $I$  traversant la lampe.

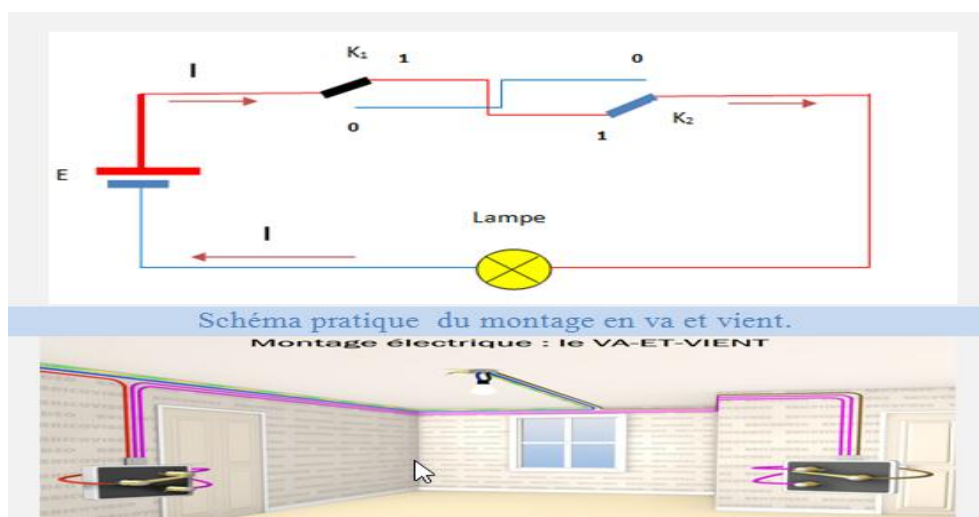
Quelle est la résistance équivalente  $R$  de ce circuit ?

En déduire la puissance fournie par le générateur et celle consommée par la résistance équivalente  $R$ .

## 3. Exemple 3 : Le montage d'interrupteurs en va et vient

- Principe du branchement de deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  en va et vient

Le schéma de ce montage - voir figure ci-dessous - consiste à brancher les deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  en série à des fils conducteurs en croisés : L'interrupteur  $K_1$  en position 1, le courant  $I$  passe dans le circuit et la lampe s'allume car l'interrupteur  $K_2$  est aussi en position 1 dit ouvert. Lorsqu'on on met  $K_2$  sur la position 0 dit fermé, la lampe s'éteint et le courant dans le circuit est nul.





**Application numérique :**

On suppose que la tension aux bornes du générateur  $E=220 \text{ V}$  ; la lampe et le reste des fils conducteurs présentent une résistance d'environ  $R= 647 \Omega$ .

1. Déterminer le courant  $I$  traversant le circuit ainsi que la puissance consommée par la lampe.

**Réponse :**  $I= 0,34 \text{ A}$  et  $P = 75 \text{ W}$ .

---

## EXERCICES

### Exercice 1 :

Sur une pile plate classique de **4,5 V** représentée ci-après, les lamelles métalliques n'ont pas la même longueur afin qu'elles soient séparées par un espace.



1. Expliquer en quelques lignes la raison de cette précaution ?

### Exercice 2 :

On a réalisé l'expérience montrée sur la figure ci-dessous.

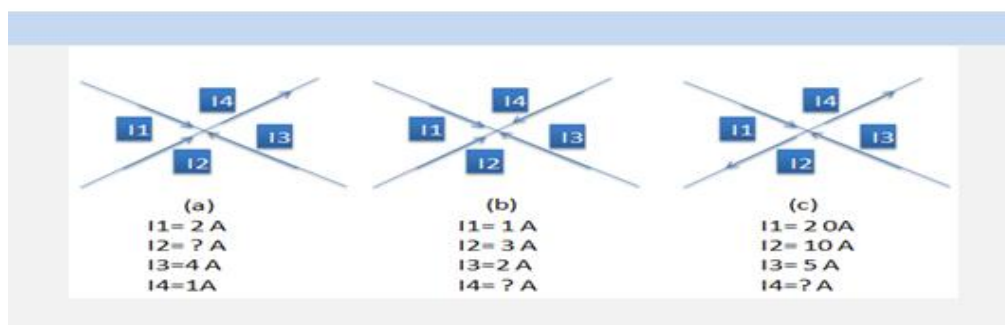
On a placé de la laine de fer entre les bornes d'une pile plate de 4,5V. Celle-ci est alors court-circuitée et l'échauffement des brins provoque la combustion de la laine de fer.



1. Expliquer pour quelle raison la pile est rapidement déchargée.
2. Cette expérience met en évidence un des dangers du court-circuit d'un générateur : Expliquer ce phénomène physique ?

### Exercice 3:

On a représenté ci-après figure a, b et c, les courants qui arrivent et qui partent aux nœuds de chaque circuit.



1. Rappeler la loi que doivent respecter les intensités des courants électriques. Comment appelle-t-on cette loi.
2. Expliquez pourquoi La figure (b) n'obeit pas à cette loi et donner le bon sens et l'intensité du courant inconnu.
3. Déterminer les intensités inconnues des figures (a) et (c).

### Exercice 4 :

1. Réaliser le circuit électrique suivant : un générateur de tension  $U = 220 \text{ V}$  branché en série avec une résistance  $R_1$  en série avec  $R_2 // R_3$ .
2. Déterminer le courant  $I$  traversant le circuit.
3. Pour :  $R_1 = 60 \Omega$ ,  $R_2 = 40 \Omega$ ,  $R_3 = 100 \Omega$ .  
Calculer le courant  $I$  et les courants  $I_1$  et  $I_2$  dans chaque branche.
4. Vérifier que  $I = I_1 + I_2$ .

### Exercice 5 :

- Soit deux résistances  $R_1 = 10 \Omega$ ,  $R_2 = 12 \Omega$  d'un circuit fermé de courant  $I = 10 \text{ A}$ .
1. Les deux résistances sont parcourues par le même courant  $I$ .
    - a. Déterminer leur résistance équivalente nommée  $R$ .
    - b. En déduire la tension aux bornes de  $R$ .
  2. Les deux résistances  $R_1$  et  $R_2$  sont parcourues respectivement par les courants  $I_1$  et  $I_2$  tel que :  $I = I_1 + I_2$ .
    - a. Faire le schéma de ce circuit.
    - b. Que devient la résistance équivalente  $R$  des deux résistances  $R_1$  et  $R_2$ . Calculer sa valeur.
    - c. En déduire le courant  $I$  si la tension aux bornes de  $R_1$  et  $R_2$  est de  $220 \text{ V}$ .
  3. Que peut-on conclure des questions 1 et 2.

### Exercice 6:

En utilisant les données indiquées par le tableau ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

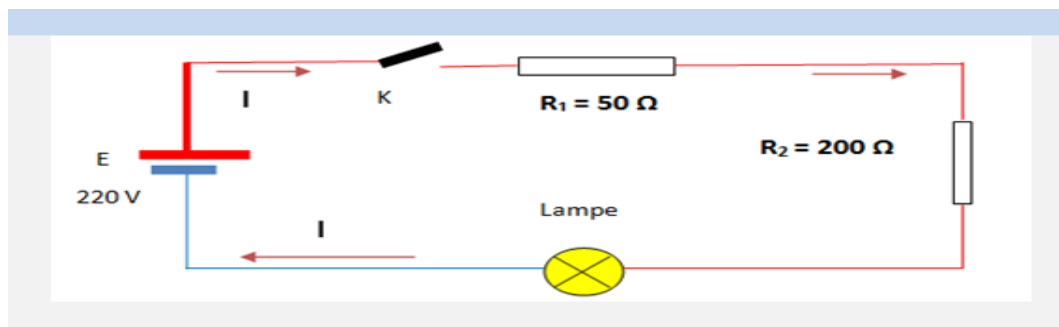
Consommation électriques de quelques appareils ménagers  
Les valeurs indiquées dans ce tableau représentent des valeurs moyennes sur 24h.

	Puissance de veille	Temps de veille	Énergie consommée en veille	Puissance en fonctionnement	Énergie consommée en fonctionnement
Téléviseur	15 W	18 h	270 Wh	300 W	1 800 Wh
Lecteur de DVD	12 W	23 h	276 Wh	27 W	27 Wh
Chaîne HI FI	18 W	21 h	378 Wh	250 W	750 Wh
Four à micro-ondes	4 W	23 h	92 Wh	900 W	900 Wh

1. Quel appareil consomme davantage en veille qu'en fonctionnement ?
2. Calculer l'énergie totale consommée par ces appareils en 24h.
3. En déduire le pourcentage de l'énergie consommée des appareils en veille ?
4. Si le prix de 1 kWh coûte 0,13 €, quelle sera la facture totale payée par ces appareils sur une année de 365 jours. En déduire la fraction des dépenses dues aux appareils en veille.

### Exercice 7 :

On considère le circuit de la figure ci-dessous avec l'interrupteur K fermé :



1. Déterminer l'intensité du courant électrique I dans le circuit et en déduire les tensions aux bornes des résistances  $R_1$  et  $R_2$ .

Dans ce qui suit, on place une résistance  $R_3 = 200 \Omega$  en dérivation aux bornes de  $R_2$ .

2. Faire le nouveau schéma du circuit électrique et déterminer le nouveau courant I.
3. Expliquez pourquoi l'intensité de ce dernier courant est différente de celle calculée en question 1.
4. En utilisant convenablement la loi d'Ohm appliquée aux bornes de  $R_2$  et  $R_3$  et la loi des nœuds, déterminer le système d'équations permettant de calculer les intensités du courant  $I_2$  et  $I_3$  passant respectivement dans les branches  $R_2$  et  $R_3$ .
5. En déduire de ce qui précède l'intensité des courants électriques  $I_2$  et  $I_3$ .
6. Calculer les énergies consommées dans les différentes résistances et celle fournie par le générateur..
7. En déduire l'énergie consommée par la lampe ? Déterminer son rendement.