

Transfert d'énergie dans un circuit électrique

2.1. Énergie électrique reçue par un récepteur- Puissance électrique du transfert.

2.2. Effet Joule – Loi de joule – applications.

2.3. Énergie électrique fournie par un générateur - Puissance électrique du transfert.

Situation déclenchante

Activité N°1



■ L'énergie électrique indispensable à notre société est transportée sous de très hautes tensions, 220 000 V par exemple et 400 000 V sur certains réseaux de distribution.

■ La production de cette énergie s'accompagne malheureusement d'une dégradation presque inévitable de notre environnement. Chaque lampe que l'on allume ou que l'on oublie d'éteindre contribue à l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère et donc à l'échauffement de la planète par l'effet de serre.

Activité N°2



Tous ces appareils fonctionnent sous la même tension du secteur 220 V. Ils se distinguent entre eux par des puissances de chauffe différente.

I) Les grandeurs électriques : Rappel

1- intensité du courant

L'intensité du courant électrique notée I , circulant dans un conducteur est donc la quantité de charges q qui traverse une section de ce conducteur pendant une durée Δt . Soit :

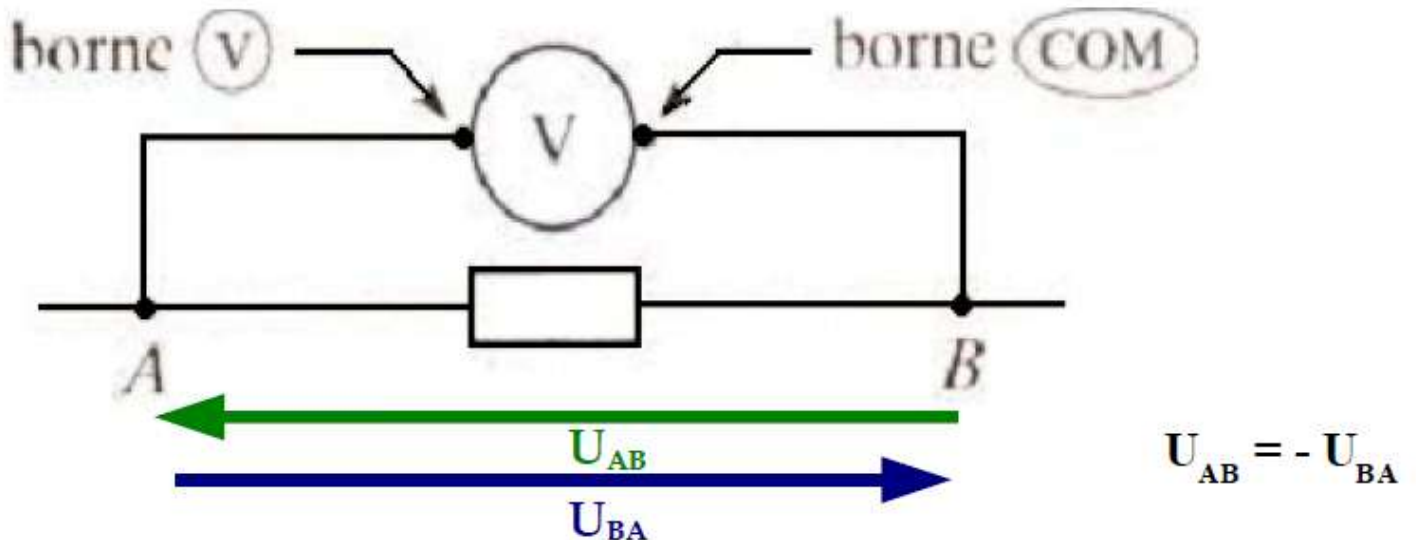
$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

I en ampère (A)

q en coulomb (C) ; Δt en seconde (s)

2- La tension

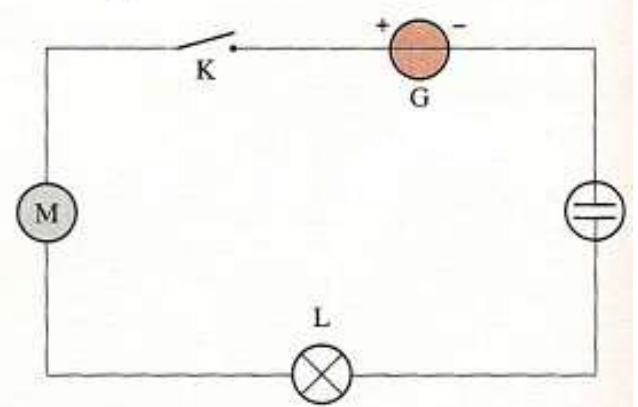
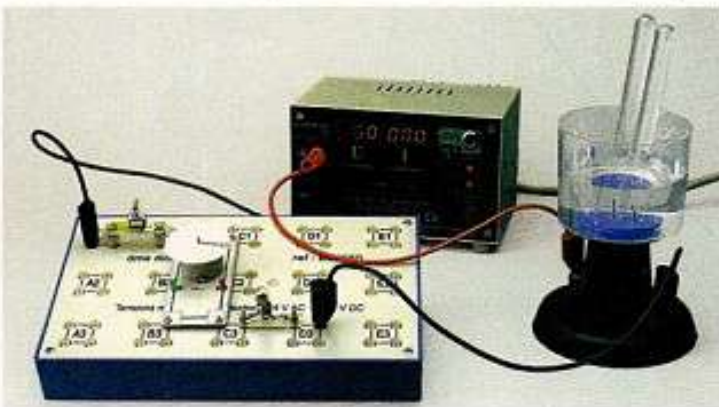
Ainsi on définit une tension électrique entre deux points A et B d'un circuit, note U_{AB} par la différence des potentiels aux points A et B : $U_{AB} = V_A - V_B$.



II- Transfert d'énergie au niveau d'un récepteur électrique

1- Mise en évidence des transferts d'énergie dans un circuit

Associer en série un générateur, un moteur, une lampe et un électrolyseur [Doc. 1].



Doc. 1. a Dispositif expérimental. Un électrolyseur est constitué d'une cuve comprenant deux électrodes et une solution conductrice.

Doc. 1. b Schéma du montage.

1. Que se passe-t-il lorsqu'on ferme l'interrupteur ?
2. Quelles conversions et quels transferts d'énergie se produisent au niveau de chaque dipôle ?
3. Quel dipôle fournit de l'énergie électrique au reste du circuit ?

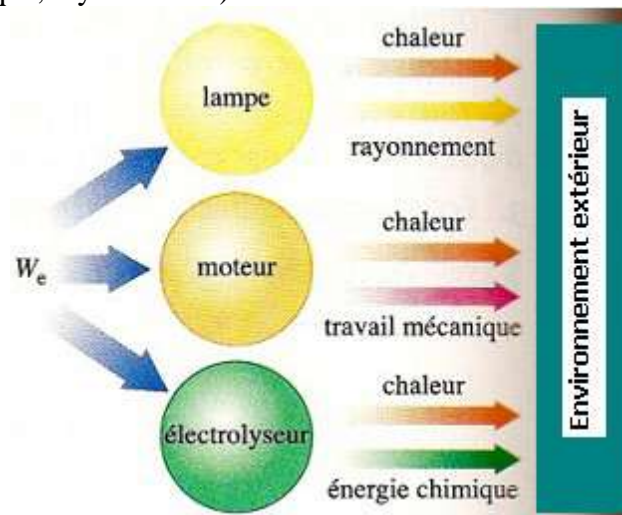
Réponses aux questions :

1- Lorsque l'on ferme l'interrupteur, la lampe brille et chauffe, le moteur tourne et chauffe et des réactions chimiques se produisent aux électrodes de l'électrolyseur.

- 2- On constate dans la lampe, un transfert d'énergie électrique en énergie thermique et en rayonnement. Le moteur effectue lui un transfert d'énergie électrique en énergie mécanique et en énergie thermique. L'électrolyseur convertit lui de l'énergie électrique en énergie chimique.
- 3- C'est le générateur qui fournit l'énergie électrique au reste du circuit.

Conclusion :

Lampe, moteur et électrolyseur sont des **récepteurs électriques**. En effet, en vertu du principe de conservation de l'énergie, les récepteurs convertissent l'énergie électrique fournie par le générateur en autres formes d'énergie (mécanique, thermique, chimique, rayonnement).



2- Régime permanent

C'est le fonctionnement régulier d'un dispositif, il nécessite une certaine durée. On dit après cette durée que le dispositif est en régime permanent.

3- Puissance et énergie reçue par un récepteur

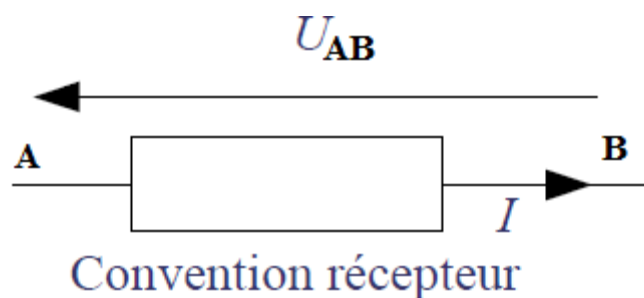
3- 1- Définition d'un récepteur

Un récepteur est un dipôle qui transforme l'énergie électrique reçue en une autre forme d'énergie :

- ∞ rayonnement et transfert thermique pour une lampe
- ∞ énergie mécanique et transfert thermique pour un moteur
- ∞ énergie chimique et transfert thermique pour un électrolyseur

3- 2- Convention récepteur et générateur

Dans cette convention les flèches associées à la tension U et à l'intensité I sont de sens contraire. Au contraire dans le générateur

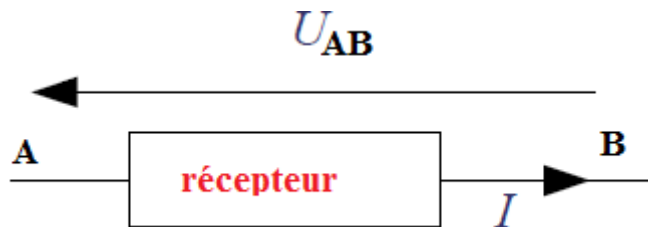


3- 3- Puissance et énergie reçues par un récepteur

Lorsqu'un récepteur est traversé par un courant électrique d'intensité I , il reçoit une puissance électrique :

$$P_e : P_e = U_{AB} \cdot I$$

P_e s'exprime en Watt (W).



L'énergie W_e reçue par ce récepteur pendant un intervalle de temps Δt est : $W_e = P_e \cdot \Delta t = U_{AB} \cdot I \cdot \Delta t$
 W_e s'exprime en Joule (J).

4- Puissance et énergie reçues par un générateur

4- 1- Définition du générateur

Le générateur est le dipôle qui fournit l'énergie électrique au reste du circuit.

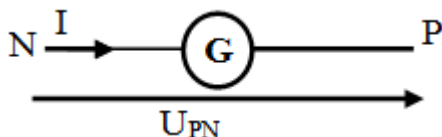
Le générateur est un convertisseur d'énergie :

- ∞ un générateur électrochimique convertit de l'énergie chimique en énergie électrique
- ∞ une pile photovoltaïque transforme de l'énergie de rayonnement en énergie électrique
- ∞ un générateur électromécanique convertit de l'énergie mécanique en énergie électrique

Convention générateur :

Dans cette convention les flèches associées à la tension U et à l'intensité I sont de même sens.

Le courant sort du générateur par la borne P et entre par la borne N. On considère la tension U_{PN} positive.



La mesure : On mesure une puissance à l'aide d'un wattmètre.



4- 2- Puissance et énergie électrique cédée par un générateur

La puissance P_g cédée au circuit par le générateur est égale au produit de la tension U_{PN} entre ses bornes P et N par l'intensité I du courant débité :

$$P_g = U_{PN} I$$

La puissance électrique cédée par un générateur dépend des récepteurs branchés à ses bornes.

L'énergie cédée en une durée Δt vaut :

$$W_g = P_g \cdot \Delta t = U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t$$

III- Effet de joule

1- Loi d'Ohm

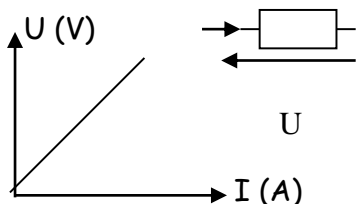
Lorsqu'un courant d'intensité I traverse un conducteur ohmique de A vers B, la tension U_{AB} à ses bornes est :

$$U_{AB} = R \cdot I \qquad U_{AB} > 0$$

U_{AB} en V ; I en A et R est la résistance du conducteur ohmique en ohms (Ω).

Rappelons que : $1/R = G$ (conductance en S)

A chaque dipôle, on associe une caractéristique qui est la relation entre la tension U aux bornes du dipôle et l'intensité du courant qui le traverse.



On obtient une droite passant par l'origine, de coefficient directeur R , qui est la caractéristique du conducteur ohmique

2- Loi de Joule

Dans un conducteur ohmique, toute la puissance reçue est transférée à l'environnement sous forme de chaleur (ou transfert thermique) et de rayonnement : c'est l'Effet Joule.

Cette puissance, appelée puissance Joule, est égale à :

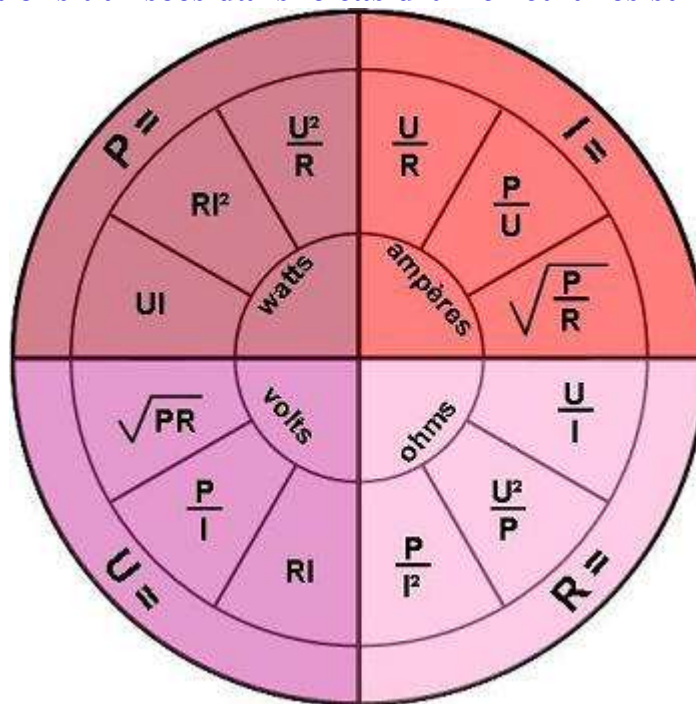
$$P_J = U_{AB} I = RI^2 \text{ ou } P_J = \frac{U^2}{R}$$

L'énergie transférée par effet JOULE pendant une durée Δt : $W_J = RI^2 \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t$

3- Utilisation de l'effet Joule

L'effet Joule peut-être utile (chauffage électrique, fer à repasser, fours, filament d'une lampe, fusibles...) ou peut nuire au fonctionnement des circuits (pertes en lignes, détérioration de certains composants électroniques sous l'effet d'une augmentation de température...).

Les différentes relations utilisées dans le cas d'un circuit résistive.



IV- Applications