

Récepteur – Bilan énergétique

1 – Énergie électrique reçue par un dipôle

1.1 Énergie électrique

Certains dipôles reçoivent de l'énergie potentielle électrique de la part des charges qui le traversent : ce sont les récepteurs !

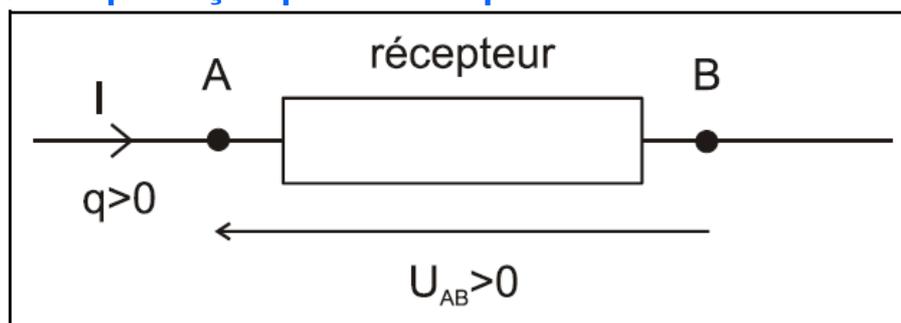
Exemples :

- résistors : ce sont les fils électriques de tout genre, les lampes à incandescence, les fils chauffants des appareils ménagers ; ils transforment de l'énergie électrique en énergie thermique ;
- moteurs électriques : ils sont mis en mouvement (de rotation) par des forces motrices ; ils transforment de l'énergie électrique en énergie mécanique et en énergie thermique ;
- électrolyseurs et accumulateurs en train d'être rechargés : ils transforment de l'énergie électrique en énergie chimique.

Conclusion:

- On appelle énergie électrique l'énergie potentielle électrique échangée entre les charges et récepteurs qu'elles traversent.
- Pour tous les récepteurs , il y a conservation de l'énergie !
- Pour les dipôles autres que ceux destinés spécialement à produire de l'énergie thermique, l'apparition d'énergie thermique par effet Joule constitue normalement une « perte d'énergie » !

1.2 Énergie électrique reçue par un récepteur



Considérons une charge $q > 0$ traversant le récepteur de A vers B.

En A, elle possède l'énergie potentielle électrique $E_{p \text{ élect A}} = qV_A$.

En B, elle possède l'énergie potentielle électrique $E_{p \text{ élect B}} = qV_B$.

L'énergie électrique reçue par le récepteur vaut:

$$E_{\text{élect}} = E_{p \text{ élect A}} - E_{p \text{ élect B}} = q(V_A - V_B) = qU_{AB}$$

Comme l'énergie reçue est positive, $V_A > V_B$, et $U_{AB} > 0$. La charge $q > 0$ se déplace du

potentiel plus élevé vers le potentiel moins élevé.

Compte tenu du sens conventionnel du courant électrique:

Le courant circule à travers le récepteur du potentiel plus élevé vers le potentiel moins élevé.

D'après la définition de l'intensité de courant, $q = I \cdot \Delta t$, où q est la charge totale ayant traversé le récepteur pendant la durée Δt .

Finalement :

$$E_{\text{élect}} = U_{AB} \cdot I \cdot \Delta t$$

1.3 Conclusion

L'énergie électrique reçue (de la part d'un courant électrique) par un récepteur, s'écrit :

$$E_{\text{élect}} = U \cdot I \cdot \Delta t$$

où U est la tension positive aux bornes du récepteur, I intensité du courant circulant à travers le récepteur, et Δt la durée pendant laquelle le courant a circulé

1.4 Puissance électrique

La puissance reçue par un système est numériquement égale à l'énergie reçue par unité de temps.

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

La puissance électrique reçue (de la part d'un courant électrique) par un récepteur, s'écrit :

$$P_{\text{élect}} = U \cdot I$$

où U est la tension positive aux bornes du récepteur, et Δt la durée pendant laquelle le courant a circulé.

1.5 Interprétation de la tension U aux bornes d'un dipôle

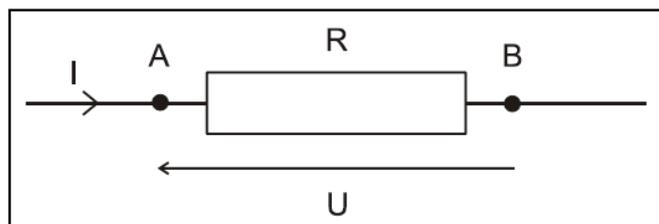
La tension U aux bornes d'un dipôle peut être interprétée comme la puissance électrique transformée par le dipôle lorsque celui-ci est parcouru par un courant d'intensité 1 A.

De tout ce qui précède, il découle qu'il existe une tension aux bornes d'un dipôle dès qu'il y a transformation d'énergie électrique en une autre forme ou transformation d'une autre forme d'énergie en électrique.

2. Loi d'Ohm pour un résistor

2.1 Relation entre la tension U aux bornes et l'intensité I du courant

À température constante, la tension U aux bornes d'un résistor est proportionnel à l'intensité I du courant parcourant le résistor $U = R \cdot I$



Le facteur de proportionnalité est appelée « **résistance R** » du résistor. La résistance dépend des caractéristiques du résistor et (sauf exceptions) de sa température. Les conducteurs ont des résistances relativement faibles, alors que les isolants ont des résistances extrêmement élevées.

2.2 Bilan énergétique

Le résistor transforme toute l'énergie électrique reçue en énergie thermique. Cet effet est appelé **effet Joule** !

La puissance électrique transformée en puissance thermique s'écrit :

$$P = U \cdot I = R \cdot I^2$$

2.3 Remarque : puissance électrique des fils de connexion

Normalement on néglige la résistance des fils de connexion et des ampèremètres. Ceci revient à négliger leur différence de potentiel ($U = RI$) et donc la puissance électrique (ou l'énergie électrique) qu'ils transforment.

3- Loi d'Ohm pour un récepteur

(Il transforme l'énergie électrique en partie en une autre forme que thermique !)

3.1 Expérience

Mesurons pour différentes intensités de courant I à travers un moteur électrique la tension U aux bornes du moteur. (Le moteur est freiné pour tourner avec la même vitesse de rotation!).

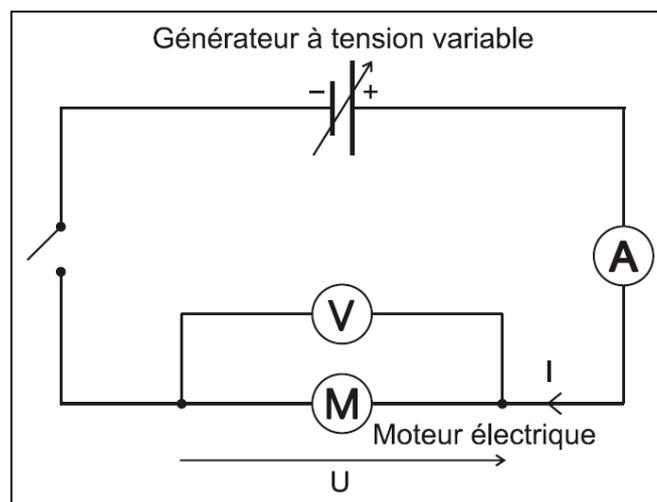
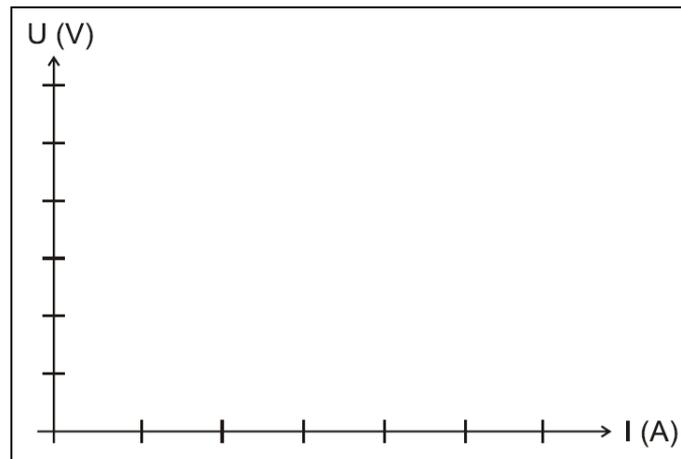


Tableau des mesures :

| | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|
| I (A) | | | | | | |
| U (V) | | | | | | |

Graphique : Caractéristique (U, I) :



3.2 Interprétation

La représentation de $U = f(I)$ est une droite croissante : $U = aI + b$ où a et b sont la pente et l'ordonnée à l'origine de la droite.

* Le coefficient b a la dimension d'une tension, appelée **force contre-électromotrice (f.c.é.m.)** et elle est notée E' .

* Le coefficient a a la dimension d'une résistance : c'est la résistance intérieure r du moteur.

Finalement :

$$U = E' + rI$$

3.3 Définition de la f.c.é.m

La f.c.é.m. E' est la tension minimale à appliquer à un dipôle actif afin qu'il fournisse de l'énergie autre que thermique (c.-à-d., que le moteur tourne, que l'électrolyseur produit la réaction chimique,...).

3.4 Bilan énergétique

Un moteur transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique et énergie calorifique.

Multiplions l'expression de la loi d'Ohm à droite et à gauche par I :

$$UI = E'I + rI^2$$

Cette équation traduit la conservation de l'énergie (énergie reçue = énergie fournie) :

UI = puissance électrique reçue par le moteur (de la part des charges, c. à d. du courant)

$E'I$ = puissance mécanique fournie par le moteur

rI^2 = puissance calorifique fournie par le moteur (effet Joule dans la résistance r)

3.4.1 Généralisation

Les équations $U = E' + rI$ et $UI = E'I + rI^2$ sont valables pour de nombreux récepteurs :

- * moteurs électriques : $E'I$ = puissance mécanique fournie
- * accumulateurs (en train d'être chargés) : $E'I$ = puissance chimique fournie
- * tubes luminescents : $E'I$ = puissance lumineuse fournie

3.4.2 Remarque : Tension U inférieure à la f.c.é.m

Si $U < E'$ alors le moteur ne fournit pas de puissance mécanique (il ne tourne pas !) et $E' = 0$.

Le moteur se comporte alors comme un résistor de résistance $r \Rightarrow U = rI$

L'intensité I devient alors très élevée, et le moteur risque d'être détérioré.

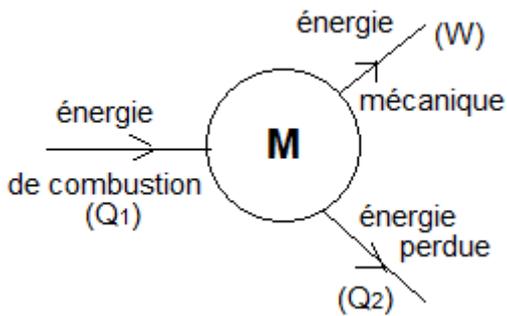
3.4.3 Rendement d'un récepteur

Le rendement d'un dipôle électrique est défini par la relation :

$$\eta = \frac{E_{\text{utile fournie}}}{E_{\text{totale reçue}}}$$

Pour un récepteur, le rendement se calcule par : $\eta = \frac{E'}{U}$

Exemple : rendement d'un moteur



énergie utile : le travail fourni par le moteur
(énergie mécanique)

énergie consommée : énergie électrique ou thermique

Le rendement du moteur est :

$$\eta = \frac{W}{Q_1}$$