

PUISSANCE ET ÉNERGIE ÉLECTRIQUES

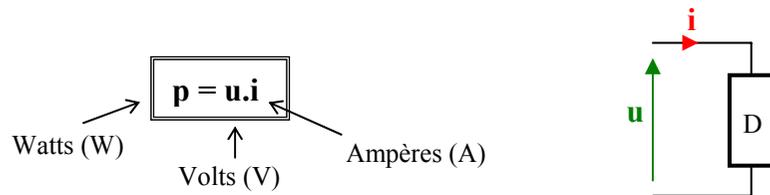
OBJECTIF

- Connaître la relation donnant la puissance reçue par un dipôle en fonction de U et I.
- Connaître la relation entre puissance et énergie en régime permanent.
- Appréhender la notion de rendement.
- Comprendre l'effet Joule.

I- LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE

1- Expression générale de la puissance électrique

Soit un dipôle **D** quelconque, traversé par un courant d'intensité **i** et soumis à la tension **u**. Avec la convention récepteur (schéma ci-dessous), la puissance reçue par D s'écrit :



La puissance est une grandeur algébrique dont le signe dépend de la convention choisie.

Avec la convention récepteur, le comportement du dipôle est le suivant :

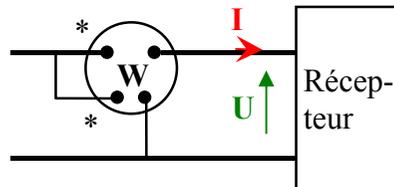
- si $p = ui > 0$, alors le dipôle reçoit la puissance (récepteur)
- si $p = ui < 0$, alors le dipôle fournit la puissance (générateur).

2- Mesure de la puissance électrique

En général, la puissance se mesure avec un Wattmètre (schéma ci-dessous).

Cet appareil mesure à la fois **la tension et le courant** pour en déduire la puissance.

Sur les Wattmètres modernes, la mesure du courant se fait à l'aide d'une pince ampèremétrique.



En courant continu, la mesure de la tension **u** et du courant **i** permet de calculer la puissance $p = u.i$ (attention à la convention).

3- Puissance dans les résistors linéaires ("résistances")

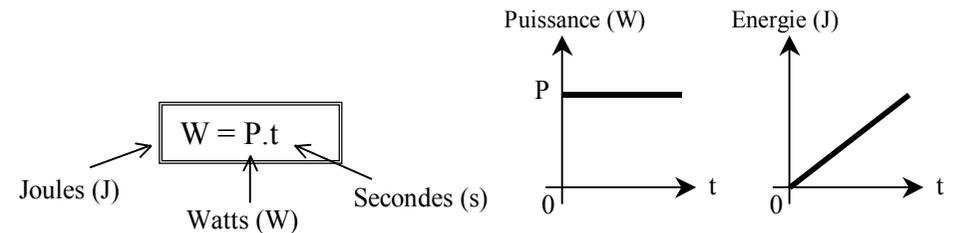
Pour une résistance R, la relation entre u et i est $u = Ri$.

On a $p = ui$ donc $p = Ri^2$ mais aussi $p = \frac{u^2}{R}$.

II- L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

1- Relation entre puissance et énergie

En régime permanent, si un dipôle D a consommé la puissance constante **P** pendant une durée **t**, alors il a reçu l'énergie **W** (Schéma ci-dessous):



Pour une puissance constante, l'énergie augmente linéairement. L'énergie augmente avec la puissance mais aussi avec le temps.

Pour les fortes quantités d'énergie, on utilise une autre unité, le **Wattheure (W.h)**:

- 1 W.h = 3600 J
- 1 kW.h = 10^3 W.h = $3,6 \cdot 10^6$ J.

2- Expression de l'énergie électrique

a- Régime permanent

On a vu que $W = P.t$ avec $P=U.I$ donc $W=U.I.t$

b- Cas général

On définit la quantité d'électricité traversant le dipôle par $Q = I.t$ avec Q en Coulombs (C).

On en déduit donc : $W = QU = Q(V_A - V_B)$.

Loi: Toute charge électrique Q passant d'un point A où le potentiel est V_A à un point B où le potentiel est V_B reçoit l'énergie électrique $W = QU = Q(V_A - V_B)$.

3- Loi de Joule

Dans le cas d'un résistor linéaire de résistance R, l'énergie reçue et dissipée sous forme de chaleur $W_J = U.I.t$ peut s'écrire en tenant compte de la relation $U = RI$:

$$W_J = RI^2t \quad \text{avec } W_J \text{ en joules (J); } R \text{ en ohms } (\Omega); I \text{ en ampères (A) et } t \text{ en secondes (s).}$$

Cette relation traduit la loi de Joule. On dit que l'énergie est dissipée par effet Joule.

4- Mesure de l'énergie électrique

La mesure de l'énergie électrique se fait avec un compteur d'énergie.

Il est caractérisé par une constante k qui représente l'énergie reçue par l'installation pour un tour du disque.

Par exemple, si $k = 2,5 \text{ W.h / tr}$ alors un tour de disque correspond à une consommation de 2,5 W.h.

III- CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

1- Principe de conservation de l'énergie

L'énergie se trouve sous diverses formes :

- mécanique (moteur, le vent ...),
- électrique (turbine génératrice, EDF ...),
- chimique (batterie, pile à combustible),
- thermique (résistance chauffante, combustion d'un carburant ...),
- rayonnement (soleil, lampe infrarouge ...).

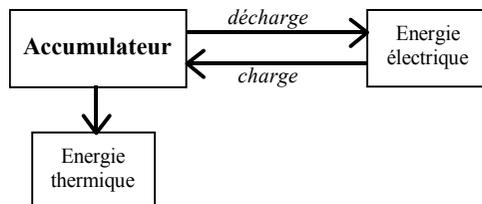
L'énergie subit des transformations, par exemple :

- dans un résistor, l'énergie électrique est transformée en énergie thermique,
- dans un moteur, l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique.
- dans une batterie, l'énergie chimique se transforme en énergie électrique.

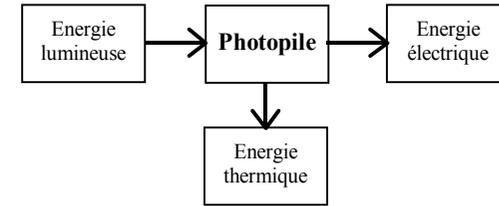
Loi : énergie reçue par un système = variation de son énergie interne + énergie fournie.

L'énergie fournie par un système est composée d'énergie utile et d'énergie perdue.

Exemple 1 : La batterie d'accumulateur (énergie stockée)



Exemple 2 : La photopile

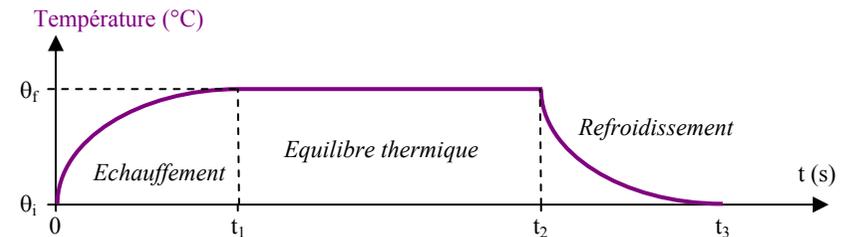


2- Transformation de l'énergie dans un résistor

Lorsqu'un résistor reçoit une puissance $P = UI$ constante, sa température augmente (phase d'échauffement avec augmentation de l'énergie interne), puis se stabilise pour atteindre une température constante (phase d'équilibre thermique avec énergie interne constante).

Lorsque la puissance reçue redevient nulle, la température diminue et revient à sa valeur initiale (diminution de l'énergie interne).

L'évolution de la température est schématisée ci-dessous :



IV- RENDEMENT

1- Bilan des puissances

système en équilibre : $\text{puissance absorbée } P_a = \text{puissance utile } P_u + \text{puissance perdue } P_p$

2- Rendement d'un convertisseur

Définition : Le rendement d'un système est défini par le rapport :

$$\eta = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance absorbée}} = \frac{P_u}{P_a} \leq 1$$

et on a aussi

$$\eta = \frac{P_u}{P_u + P_p}$$

Exemples :

- Photopile $\rightarrow \eta \leq 10 \%$.
- Moteur électrique $\rightarrow 85 \% \leq \eta \leq 98 \%$.
- Résistance chauffante $\rightarrow \eta = 100 \%$.