

ASPECTS ÉNERGÉTIQUES DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES

I - Le courant continu

1 - Nature des porteurs de charge

On appelle courant continu un courant électrique dont l'intensité ne varie pas au cours du temps.



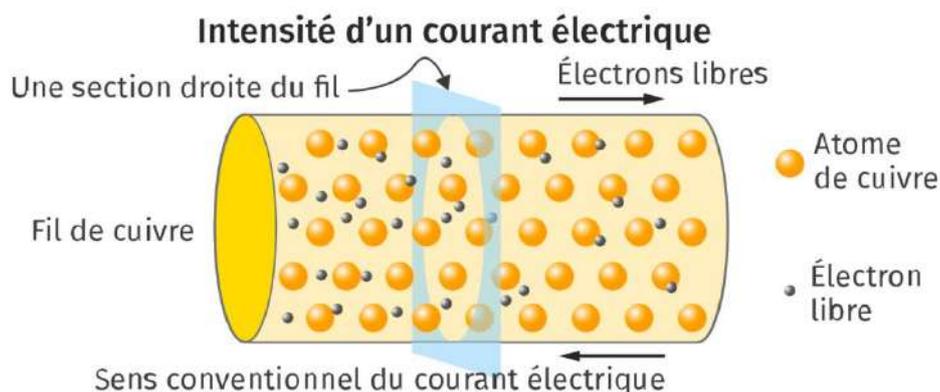
Par convention, le courant électrique se déplace dans le circuit de la borne + du générateur vers la borne -. Le courant électrique est un déplacement de particules chargées appelées porteurs de charge.

Dans les métaux, les porteurs de charge sont les électrons chargés négativement, et dans les liquides, les porteurs de charge sont des ions, positifs ou négatifs.

2 - Débit de charges et intensité d'un courant continu

Pour un courant continu, l'intensité du courant circulant à travers un conducteur de section S est égale à la charge électrique Δq traversant la surface S par unité de temps Δt . On peut parler de débit de charges.

Au niveau microscopique, l'atome métallique possède un ou plusieurs électrons dits « libres » qui peuvent se mettre en mouvement.



L'intensité est exprimée en ampère, unité équivalente à $C \cdot s^{-1}$ (Coulomb par seconde).

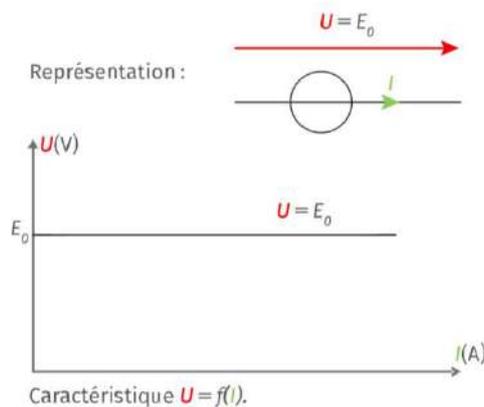
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

avec I en ampère (A), Δq en coulomb (C) et Δt en seconde (s).

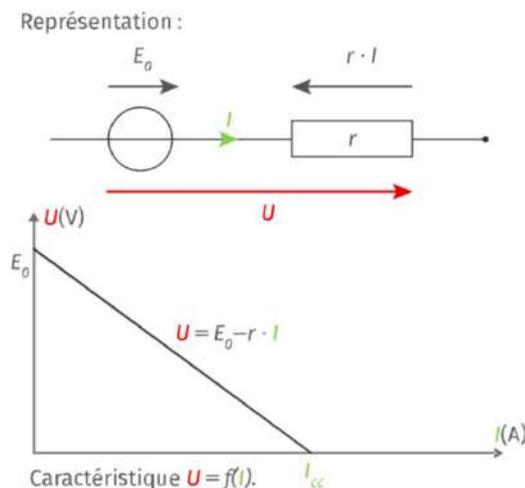
3 - Le générateur réel de tension continue

Le courant continu est généré par un générateur (on emploie souvent le mot source) de tension continue, comme les piles ou les accumulateurs (batteries). On distingue deux types de générateurs de tension continue :

- la source idéale, caractérisée par sa tension à vide E_0 (en V). La tension à ses bornes est constante : $U = E_0$



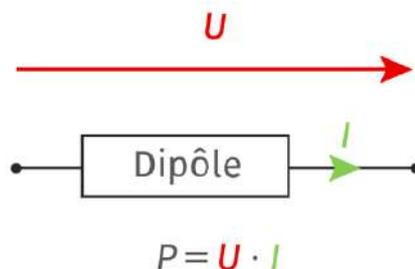
- la source réelle, que l'on modélise en série d'une source idéale de tension à vide E_0 et d'une résistance interne r en ohm (Ω) en série. La tension à ses bornes dépend de l'intensité I du courant débité : $U = E_0 - r \cdot I$



II - Puissance et énergie transférées

1 - Puissance électrique

La puissance convertie par un dipôle électrique est notée P et s'exprime en watt (W). Pour un dipôle soumis à une tension U (V) entre ses bornes et parcouru par un courant d'intensité I (A), on peut écrire : $P = U \times I$



2 - Relation entre puissance et énergie

L'énergie convertie par un appareil électrique fonctionnant pendant une durée Δt est égale à :

$$E = P \times \Delta t = U \times I \times \Delta t$$

avec E en joule (J), P en watt (W), Δt en seconde (s), U en volt (V) et I en ampère (A).

L'énergie convertie par un appareil électrique est donc proportionnelle à la puissance P de l'appareil électrique et à la durée d'utilisation Δt .

3 - Cas des dipôles ohmiques : l'effet Joule

Le dipôle ohmique est caractérisé par sa résistance R et vérifie la loi d'Ohm $U = R \times I$.

Sa puissance P s'exprime donc : $P = U \times I = (R \times I) \times I = R \times I^2 = \frac{U^2}{R}$

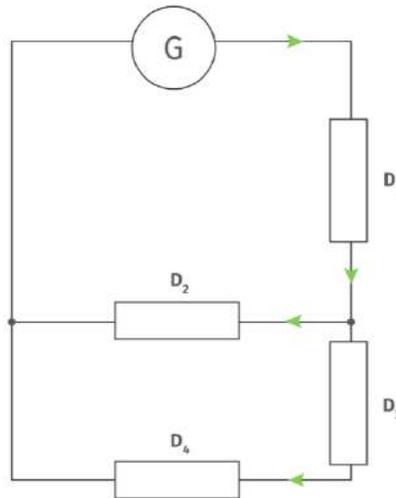
avec P en watt (W), R en ohm (Ω) et I en ampère (A).

Au niveau microscopique, les interactions entre les électrons libres et leur support de déplacement peuvent être modélisées par une force de frottement. Le matériau s'échauffe : c'est l'effet Joule. Le matériau s'échauffe d'autant plus que le courant électrique est important.

L'énergie E (J) convertie en énergie thermique par effet Joule :

$$E = R \times I^2 \times \Delta t$$

4 - Bilan de puissance dans un circuit



Soit un circuit composé d'un générateur et de plusieurs dipôles D1, D2, D3 et D4. Comme l'énergie totale du circuit se conserve, on peut établir une relation entre l'énergie délivrée par le générateur et les énergies converties par les différents dipôles :

$$E_{\text{générateur}} = E1 + E2 + E3 + E4$$

En divisant cette relation par la durée Δt , on obtient une relation entre les différentes puissances :

$$P_{\text{générateur}} = P1 + P2 + P3 + P4$$

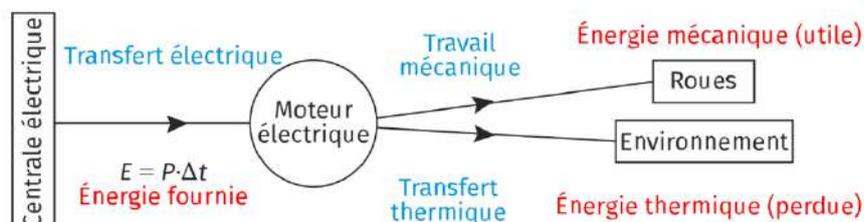
Cette relation s'appelle le **bilan de puissance**.

Elle permet de calculer le rendement d'un dispositif en identifiant la puissance utile et la puissance fournie au circuit.

III - Rendement d'un convertisseur

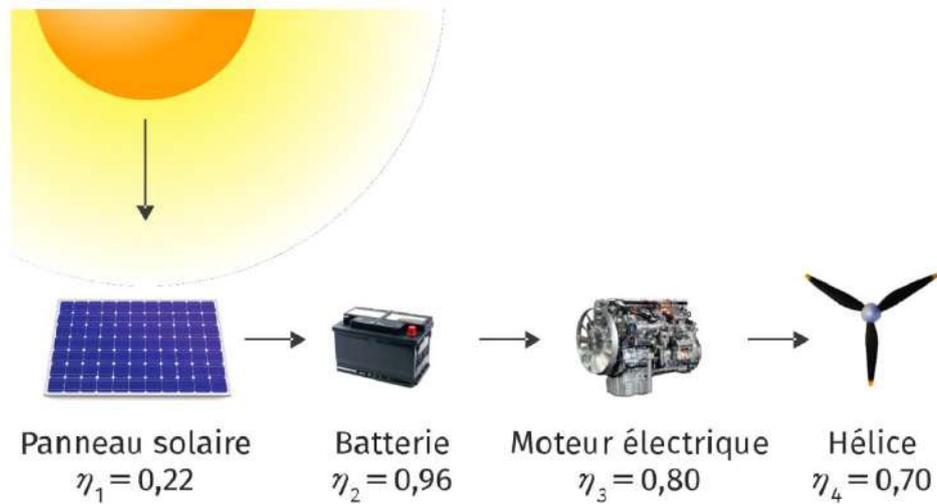
L'énergie ne se produit pas, mais elle peut être convertie et transférée d'un système à un autre. C'est un convertisseur d'énergie qui effectue cette transformation. Le rendement η (êta) d'un convertisseur est égal à :

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{fournie}}} = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{fournie}}}$$



Un rendement a une valeur toujours comprise entre 0 et 1.

Dans le cas d'une chaîne comportant plusieurs convertisseurs, le rendement global est égal au produit des rendements individuels de chaque élément.



Exercices du livre à faire : les incontournables n°29 à 37 p.275