

ECT1: ASPECTS ENERGETIQUES DE PHENOMENES ELECTRIQUES

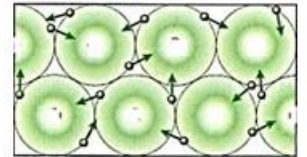
1/ Le courant électrique

a/ Les porteurs de charge

Les milieux conducteurs contiennent des particules chargées libres de se déplacer appelées Ce sont :

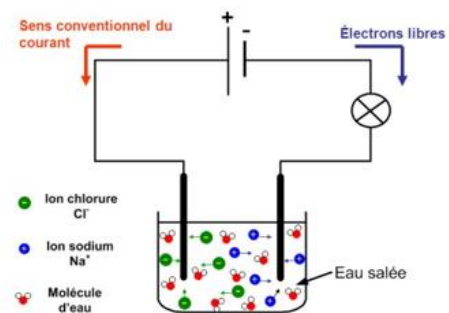
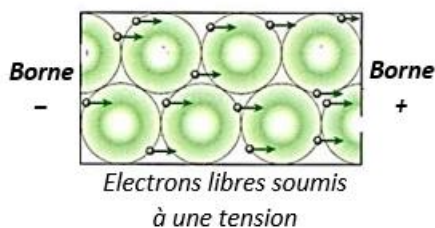
- dans les métaux
- dans les solutions conductrices.

En l'absence de générateur, les porteurs de charge ont un mouvement aléatoire.



Electrons libres dans un métal

Quand on soumet un métal ou une solution à une tension électrique, les porteurs de charge adoptent un mouvement d'ensemble ordonné et constituent le courant électrique. Les porteurs de charge se déplacent tous dans la même direction, vers la même borne dans le milieu conducteur.



Pour connaître le sens de déplacement : « les opposés s'attirent » :

- Les électrons libres dans les fils métalliques se dirigent vers la borne positive du générateur.
- Les anions dans les solutions se dirigent vers la borne de l'électrolyseur reliée à la borne positive du générateur.
- Les cations dans les solutions se dirigent vers la borne de l'électrolyseur reliée à la borne négative du générateur.

Rappel : La charge électrique se note « Q » et se mesure en coulomb (C). La plus petite charge positive existante est appelée charge élémentaire. Elle est notée « e » et vaut $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

La charge électrique d'un électron est égale à l'opposé de la charge élémentaire :

$$Q_{\text{électron}} = -e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C.}$$

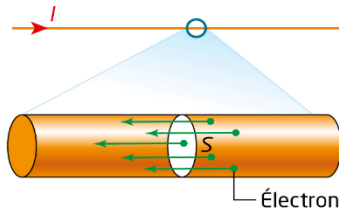
b/ Intensité du courant

L'intensité I d'un courant électrique peut s'interpréter microscopiquement comme

I en Ampère (A)
 $|Q|$ la charge globale en Coulomb (C)
 Δt est la durée considérée en seconde (s)

Dans un fil électrique, sont les porteurs de charge électrique d'où :

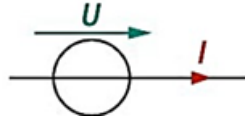
I en Ampère (A)
 N est le nombre d'électrons ayant traversé une section S pendant la durée considérée
 e est la charge élémentaire en Coulomb (C) ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C)
 Δt est la durée considérée en seconde (s)



A l'échelle macroscopique, le sens conventionnel du courant électrique correspond au sens contraire de celui des électrons c'est-à-dire de la borne + vers la borne - à l'extérieur du générateur.

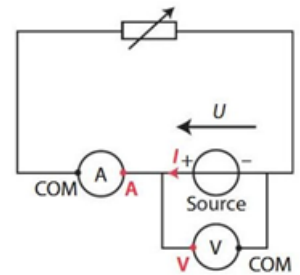
2/ Modèles d'une source de tension continue

Une source de tension continue ou générateur, est un dipôle qui fournit de l'énergie électrique au circuit. Pour le représenter, on oriente dans le même sens la tension à ses bornes et le courant qui le traverse.



La caractéristique d'un dipôle est

Le schéma du montage permettant de tracer la caractéristique d'une source de tension est donné ci-contre :



On distingue deux types de sources de tension :

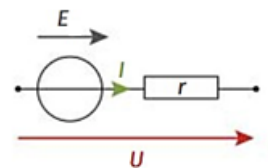
- La source idéale de tension

C'est un générateur théorique, dont la tension E reste constante, quel que soit le courant débité par la source. Cette tension est nommée, souvent notée E . E est également appelée du générateur car c'est la tension aux bornes du générateur quand celui-ci ne débite aucun courant ($I = 0$), en ne branchant aucun dipôle à ses bornes.

Equation d'une source idéale :

- La source réelle de tension

C'est un modèle plus réaliste de certains générateurs. Il est modélisé par

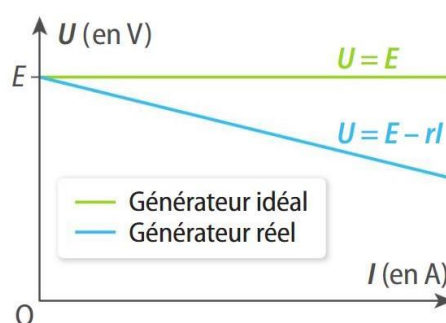


Equation d'une source idéale :

avec : U et E : tension en volt (V), r : résistance interne en ohm (Ω) et I : intensité en ampère (A)

L'existence d'une résistance interne a des conséquences sur le fonctionnement de la source réelle :

- Quand l'intensité du courant débité par la source augmente, la valeur de la tension électrique aux bornes du dipôle diminue.
- Elle peut provoquer l'échauffement de la source de tension continue pendant son fonctionnement.



3/ Puissance et énergie électrique

a/ Puissance électrique

La puissance est une grandeur physique indiquant

Un générateur électrique de la puissance électrique tandis qu'un récepteur électrique de la puissance électrique

La puissance électrique fournie par un générateur ou reçue par un récepteur s'exprime par la relation :

P (en W) : puissance électrique fournie ou reçue
U (en V) : tension aux bornes du générateur ou du récepteur électrique
I (en A) : intensité du courant fourni par le générateur ou reçu par le récepteur électrique

Remarque : Certains multiples sont parfois utilisés : le mégawatt ($1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$), le gigawatt ($1 \text{ GW} = 10^9 \text{ W}$) et le térawatt ($1 \text{ TW} = 10^{12} \text{ W}$).

Le tableau ci-dessous présente quelques ordres de grandeur de puissances électriques fournies ou consommées :

Puissance électrique en entrée (W)					Puissance électrique en sortie (W)	
Calculatrice	Smartphone	Lampe à LED	Ordinateur	Radiateur	Éolienne	Centrale nucléaire
						
10^{-3}	10^0	10^1	10^2	10^3	$10^5 - 10^6$	10^9

b/ Cas d'un conducteur ohmique

Si on associe la définition de la puissance ($P = U \times I$) et la loi d'Ohm aux bornes d'un conducteur ohmique ($U = R \times I$). On obtient la relation : $P = U \times I = (R \times I) \times I = R \times I^2$.



La puissance électrique reçue par un conducteur ohmique s'exprime par la relation :

P (en W) : puissance électrique fournie ou reçue
R (en Ω) : résistance du conducteur ohmique
I (en A) : intensité du courant fourni par le générateur ou reçu par le récepteur électrique

Au niveau microscopique, les interactions entre les électrons libres d'un fil et les noyaux immobiles peuvent être modélisées par une force de frottement. Le matériau s'échauffe, d'autant plus que le courant électrique est important.

Même les fils de connexion ont une résistance bien qu'elle soit très faible. Ainsi, tout circuit électrique produit de la chaleur lors de son fonctionnement par effet Joule.

c/ Energie électrique

L'énergie E reçue ou fournie par un appareil électrique est liée à la durée Δt de fonctionnement et à la puissance P du convertisseur :

P (en **W**) : puissance
E (en **J**) : énergie transférée
 Δt (en **s**) : durée de transfert de l'énergie

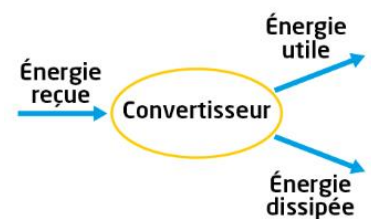
Remarque : On utilise souvent une unité (qui n'est pas une unité légale) : le wattheure (Wh) ou le kilowattheure (1 kWh = 1000 Wh). On obtient cette unité avec la puissance en W ou kW et la durée en heure. Un wattheure (Wh) est l'énergie consommée par un appareil de puissance $P = 1$ W pendant 1 heure.

4/ Bilan de transferts énergétiques

a/ Principe d'un convertisseur

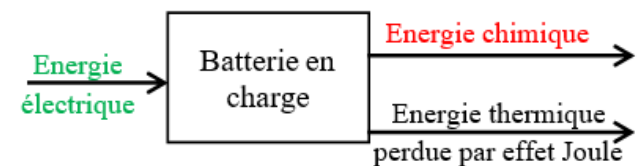
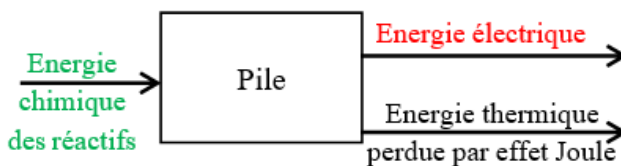
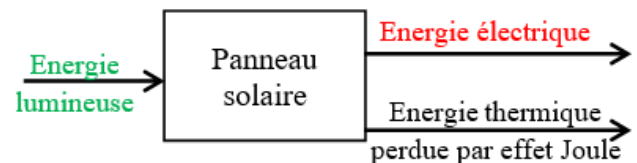
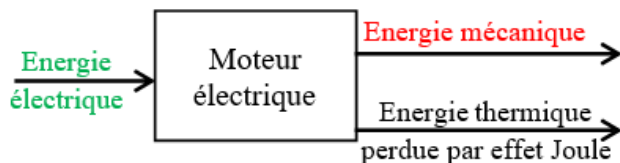
Contrairement à ce qui est dit dans le langage courant, l'énergie ne peut pas être produite. Un dipôle reçoit une forme d'énergie et la convertit en une autre forme. Il est appelé convertisseur. Il existe différentes formes d'énergie : mécanique (liée au mouvement), nucléaire, chimique, électrique ou thermique.

L'énergie que l'on souhaite obtenir est Une conversion peut s'accompagner , c'est-à-dire d'une conversion en une forme d'énergie non voulue, appelée énergie perdue.



On aura toujours les relations :

Exemples de convertisseurs :



b/ Rendement de conversion

Rendement de conversion (noté η et exprimé en %) est le rapport entre l'énergie utile (la puissance utile) et l'énergie reçue (la puissance reçue) :

E_u (en J) : énergie utile que fournit le convertisseur d'énergie au reste du circuit
 $E_{re\acute{c}ue}$ (en J) : énergie reçue par le convertisseur d'énergie
 P_u (en W) : puissance utile que fournit le convertisseur d'énergie au reste du circuit
 $P_{re\acute{c}ue}$ (en W) : puissance reçue par le convertisseur d'énergie

Remarques :

- Les deux énergies ou les deux puissances doivent être dans la même unité.
- Le rendement a toujours une valeur comprise entre 0 et 1. Il s'exprime généralement en %.
- L'énergie perdue est très souvent de l'énergie thermique dissipée par effet Joule.

Convertisseur	Rendement
Panneau photovoltaïque	15 %
Centrale nucléaire	33 %
DEL	80 %
Lampe à incandescence	5 %
Radiateur	100 %
Voiture électrique	De 50 à 65 %

Doc. 11. Exemples de rendements.JE DOIS SAVOIR :

- Relier intensité d'un courant continu et débit de charges.
- Expliquer quelques conséquences pratiques de la présence d'une résistance dans le modèle d'une source réelle de tension continue.
- Citer quelques ordres de grandeur de puissances fournies ou consommées par des dispositifs courants.
- Définir le rendement d'un convertisseur.

