

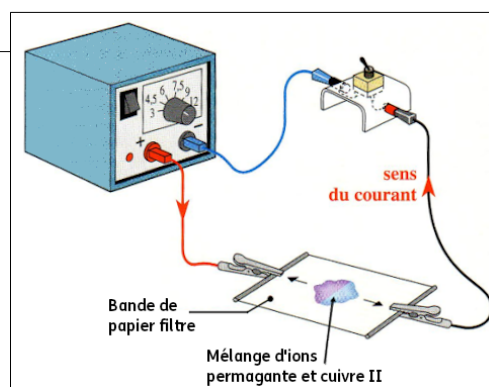
Objectifs

- 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.
- Déterminer la caractéristique d'une source réelle de tension et l'utiliser pour proposer une modélisation par une source idéale associée à une résistance.

1. Porteurs de charges

- L'expérience de migration des ions permet de mettre en évidence qu'un courant électrique correspond à un déplacement d'ensemble de porteurs de charges.

↳ Si on laisse circuler le courant suffisamment longtemps dans la bande de papier filtre, on observe que la couleur bleue, due aux ions cuivre II Cu^{2+} , se déplace vers le pôle moins du générateur ; la couleur violette, due aux ions permanganate MnO_4^- , vers le pôle +.



Dans un électrolyte (solution ionique) le courant électrique est dû à un double mouvement d'ensemble des ions qui se déplacent :

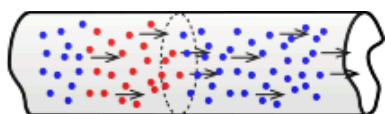
- ↳ les cations dans le sens conventionnel du courant.
- ↳ les anions en sens inverse du sens conventionnel du courant.

Dans un métal, le courant électrique est dû à un mouvement d'ensemble des électrons libres du métal, qui se déplacent en sens inverse du sens conventionnel du courant.

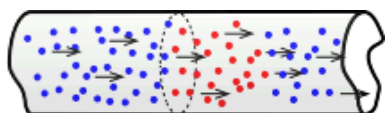
2. Intensité du courant électrique

- Le courant électrique I est la charge électrique Q en coulomb, qui traverse un conducteur par unité de temps.

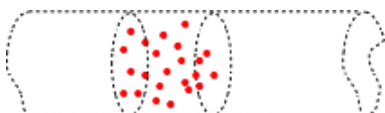
↳ Il s'agit du débit de charge électrique à travers la section S du conducteur.



À l'instant t_1 , on enclenche la mesure de la charge électrique à travers le conducteur.



À l'instant t_2 , on stoppe la mesure de la charge électrique.



La section S du conducteur étudié a « vu passer » une charge électrique Q pendant une durée $\Delta t = t_2 - t_1$.

En régime permanent, le courant électrique I qui traverse un conducteur est le rapport de la charge électrique Q qui traverse sa section S , à la durée Δt mise pour la traverser :

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

avec Q en coulomb (C) ; Δt en seconde (s) ; I en ampère (A)

3. Charge électrique d'une mole d'électrons

• Une mole d'électrons comporte $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ (Nombre d'Avogadro) électrons, portant chacun une charge électrique $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. La charge électrique d'une mole de charge élémentaire e s'appelle le Faraday qui vaut : $F = N_A \times e = 6,02 \cdot 10^{23} \times 1,602 \cdot 10^{-19} = 96500$ C.mol⁻¹.

↳ Une portion de conducteur est traversé par un courant de 1 A pendant 1 min. La charge ayant traversé le conducteur est $\Delta Q = 1 \times 60 = 60$ C.

Le nombre de mole d'électrons correspondant est : $n(e^-) = \frac{60}{96500} = 0,62$ mmol.

4. Générateur de tension idéal

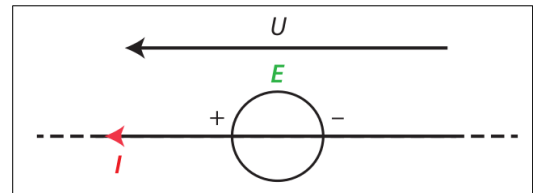
• On utilise la convention récepteur lorsque les flèches représentatives de la tension et du courant sont en sens opposés ; la convention générateur lorsqu'elles sont dans le même sens (cf. 2GT.PC)

• Un générateur de tension idéal est un dipôle qui maintient une tension U constante à ses bornes, quelle que soit l'intensité I du courant électrique qu'il délivre.

La valeur constante de la tension aux bornes d'un générateur idéal de tension est notée E et s'appelle la force électromotrice (ou fém) En convention générateur :

$$U = E$$

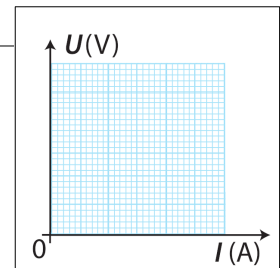
avec U et E en volt (V)



5. Caractéristique d'un dipôle (cf. 2GT.PC)

• La caractéristique d'un dipôle est la courbe représentative de la tension à ses bornes en fonction du courant qui le traverse (dans le cas d'un récepteur) ou qu'il débite (dans le cas d'un générateur)

• Selon les dipôles, la courbe obtenue peut être modélisée par une relation mathématique simple de type $U = f(I)$ ou $I = g(U)$.

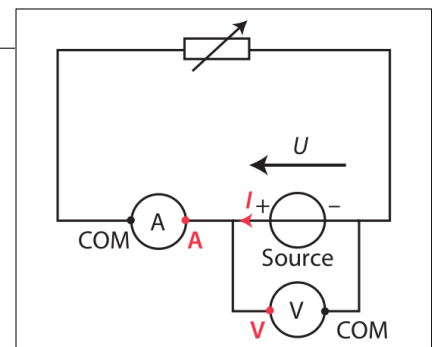


6. Caractéristique d'un générateur réel

• On réalise la caractéristique d'une pile à l'aide du montage ci-contre.

Se reporter au TP14-1

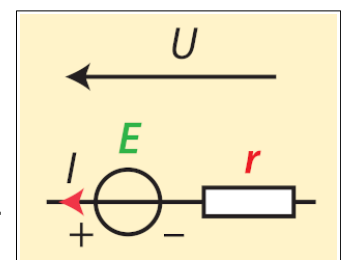
↳ La modélisation mathématique de la caractéristique obtenue est une droite qui ne passe pas par l'origine et dont le coefficient directeur est négatif.



La tension U aux bornes d'un générateur réel de tension décroît, depuis une tension E , proportionnellement à l'intensité du courant délivré. En convention générateur la relation correspondante est :

$$U = E - r \times I$$

avec U en volt ; E force électromotrice (ou fém) en volt ; I en ampère ; r résistance interne en ohm (Ω)



7. Notion de puissance

- La puissance échangée par un système est son débit d'énergie échangée. Elle traduit son aptitude à convertir rapidement de l'énergie d'une forme dans une autre.

Le **puissance P échangée par un système est le rapport de l'énergie échangée ΔE , à la durée Δt mise pour cet échange :**

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

avec ΔE en joule (J) ; Δt en seconde (s) ; P en watt (W)

8. Puissance électrique échangée par un dipôle

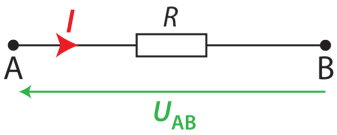
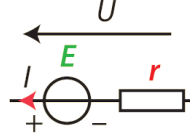
- Dans le cas des dipôles électriques, le système étudié est le dipôle. La puissance échangée par le dipôle peut être calculée en effectuant le produit de la tension à ses bornes par l'intensité du courant qui le traverse (dans le cas d'un récepteur) ou qu'il débite (dans le cas d'un générateur)

La **puissance électrique P échangée par un dipôle électrique vaut :**

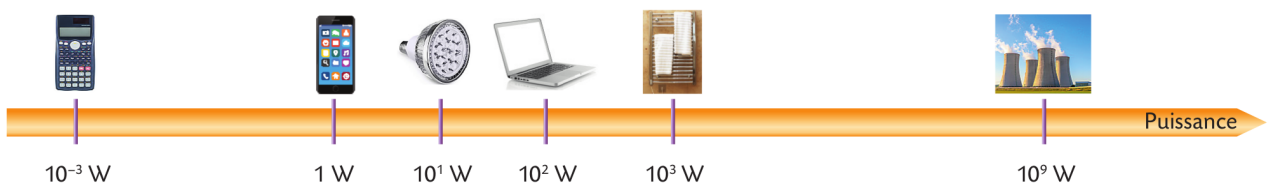
$$P = U \times I$$

avec P en watt (W) ; U en volt (V) ; I en ampère (A)

- Dans le cas d'un récepteur, la convention récepteur permet de dire que le dipôle **reçoit** la puissance électrique $P = U \times I > 0$. Dans le cas d'un générateur, la convention générateur permet de dire que le dipôle **libère** la puissance électrique $P = U \times I > 0$.

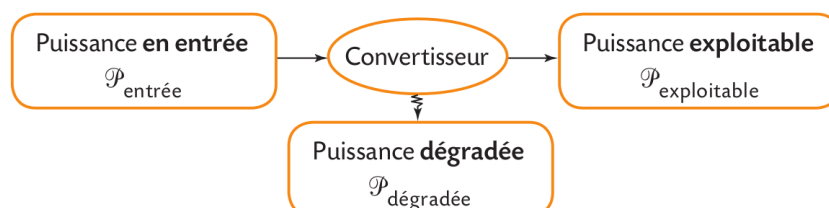
	Récepteur	Générateur
Convention		
Caractéristique	$U = R \times I$	$U = E - r \times I$
Puissance échangée	Reçue : $P = U \times I = R \times I^2 = \frac{U^2}{R}$	Libérée : $P = U \times I = E \times I - r \times I^2$

9. Ordre de grandeur des puissances électriques



10. Conversion d'énergie électrique

- Tout dipôle électrique peut être modélisé comme un convertisseur d'énergie électrique en d'autres formes d'énergie.



• Lors d'une conversion, il y a conservation de l'énergie et de la puissance.

↳ La somme des puissances reçues est égale à la somme des puissances libérées. C'est le bilan de puissance :

$$P_{\text{entrée}} = P_{\text{exploitable}} + P_{\text{dégradée}}$$

↳ De même, la somme des énergies reçues est égale à la somme des énergies libérées. C'est le bilan en énergie :

$$E_{\text{entrée}} = E_{\text{exploitable}} + E_{\text{dégradée}}$$

11. Conversion en énergie thermique - Effet Joule

• La résistance électrique d'un sèche serviette convertit intégralement la puissance électrique qu'il reçoit en puissance thermique.



↳ La bilan de puissance est : $P_{\text{elec}} = P_{\text{therm}}$

• Dans le cas des convertisseurs autres que des résistances (moteurs, lampes, etc. ...) une partie de la puissance en entrée est quand même convertie en puissance thermique, ce qui n'est pas souhaité. On appelle puissance dégradée cette fraction d'énergie non désirée.

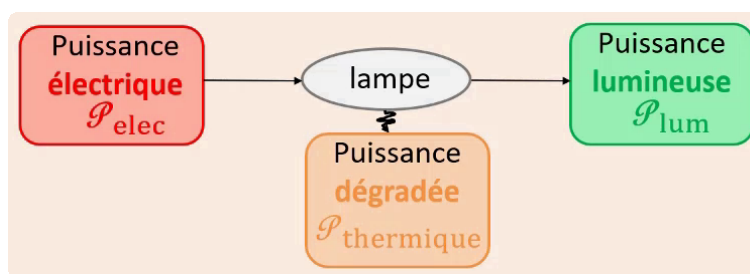
• Cette conversion inévitable d'une fraction de la puissance électrique reçue en puissance thermique s'appelle l'effet Joule. L'effet Joule est due à la résistance des dipôles électriques.

↳ On peut définir la puissance Joule : $P_{\text{Joule}} = R \times I^2 = \frac{U^2}{R}$

↳ Dans le cas des dispositifs de chauffage, l'effet Joule est voulu. Dans tous les autres cas : $P_{\text{Joule}} = P_{\text{Dégradée}}$

12. Conversion en énergie lumineuse - Rendement

• Une lampe convertit la puissance électrique qu'elle reçoit en puissance lumineuse et en puissance thermique, en raison de l'effet Joule.



↳ La bilan de puissance est : $P_{\text{elec}} = P_{\text{lum}} + P_{\text{therm}}$

On appelle rendement la fraction de puissance électrique convertie en puissance exploitable :

$$\eta = \frac{P_{\text{exploitable}}}{P_{\text{électrique}}}$$

Les puissances s'expriment en watt (W) ; le rendement η est sans unité.

Le rendement est toujours inférieur à 1 : $0 < \eta < 1$

↳ Dans le cas de la lampe, le rendement est : $\eta = \frac{P_{\text{lum}}}{P_{\text{elec}}}$