

1 Le courant électrique

► Les porteurs de charge

Les conducteurs contiennent des porteurs de charges libres de se déplacer. Ce sont les **électrons libres** dans les **métaux** (FIG. 1), les **ions** dans les solutions.

En l'absence de contrainte, les porteurs de charges sont animés d'un mouvement désordonné.

► Mouvement des porteurs de charge dans les conducteurs

Lorsqu'on soumet un métal ou une solution à une tension électrique, les mouvements des porteurs de charges deviennent ordonnés.

Les charges négatives (électrons libres et anions) se dirigent alors vers la borne positive du générateur (tout en restant dans leurs milieux respectifs). Les cations, chargés positivement, se déplacent dans la solution en direction du pôle négatif du générateur (FIG. 2).

► Débit de charge

Comme le débit d'eau qui correspond à la quantité d'eau passant par la section d'une canalisation par unité de temps, le débit de charges électriques correspond à la quantité de charges électriques qui passent par la section d'un circuit électrique par unité de temps (FIG. 3).

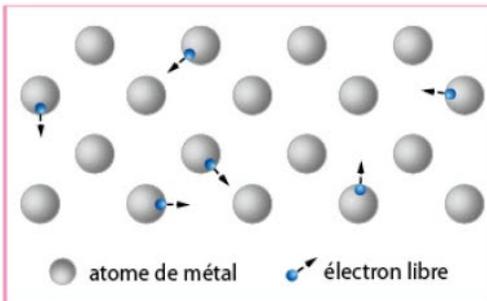


FIG. 1 Électrons libres dans les métaux.

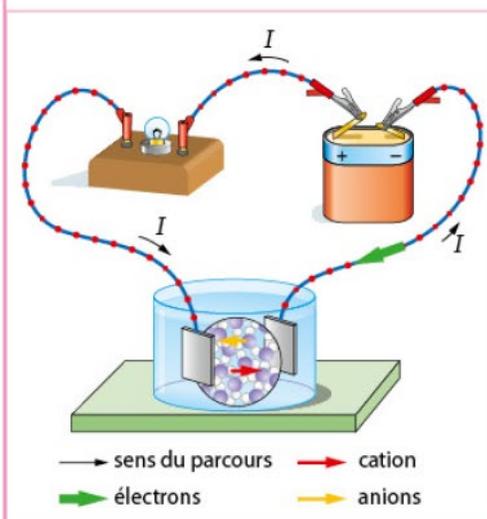


FIG. 2 Déplacements de charges libres.

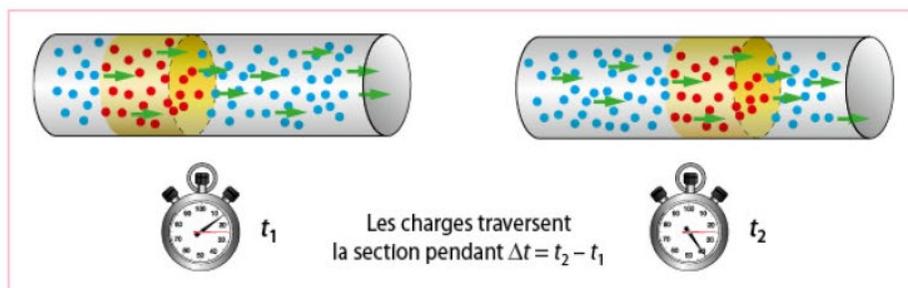


FIG. 3 Débit de charge électrique.

Ce débit est appelé **intensité du courant électrique** défini par la relation :

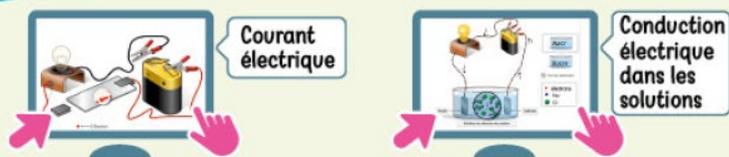
$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

intensité du courant électrique (en **A**)

quantité de charges électriques (en **C**)

durée (en **s**)

POUR VISUALISER



Deux animations sur les mouvements des porteurs de charges.

2 Source réelle de tension

► Modélisation

Une source de tension idéale fournit une tension U_0 constante entre ses bornes, quelle que soit l'intensité du courant débité.

Une **source réelle de tension** peut être modélisée par un montage équivalent constitué d'une source idéale de tension et d'une résistance en série (FIG. 4).

La tension de la source idéale correspond à la tension « à vide » de la source réelle lorsqu'elle ne délivre aucun courant (lorsque aucun récepteur n'est branché à ses bornes). La résistance r correspond à la résistance interne de la source de tension réelle.

L'existence d'une **résistance interne** a des conséquences sur le fonctionnement de la source réelle, notamment si la source doit fournir un courant électrique important : lorsque l'intensité du courant augmente, la valeur de la tension électrique aux bornes du dipôle diminue.

► Caractéristique d'une source réelle de tension

La **caractéristique intensité-tension** d'un dipôle est la représentation graphique de la tension à ses bornes en fonction du courant qui le traverse avec U en ordonnée et I en abscisse (FIG. 5).

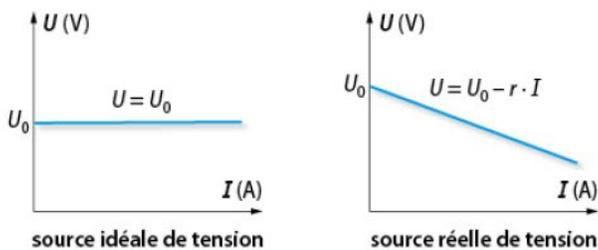


FIG. 5 Caractéristique intensité-tension.

U_0 est la tension à vide de la source. La détermination du coefficient directeur de la droite nous permet de connaître r ; on peut ainsi proposer une modélisation d'une source réelle de tension dès lors que l'on a tracé sa caractéristique.

3 Puissance et énergie

► Puissance d'un dipôle

Une source de tension fournit de la puissance électrique à un circuit. Cette puissance est égale à la somme des puissances des dipôles passifs (résistance, lampe, etc.) contenus dans le circuit.

L'expression de la puissance est la suivante :

puissance électrique utilisée ou fournie par un dipôle (en **W**) → $P = U \cdot I$

tension aux bornes du dipôle (en **V**)

intensité du courant électrique qui traverse le dipôle (en **A**)

REPÈRES

► Symboles normalisés de quelques dipôles usuels en électricité

symboles normalisés de quelques dipôles usuels en électricité

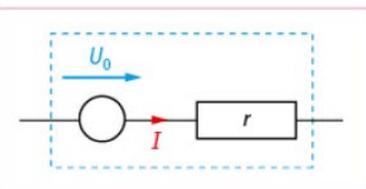
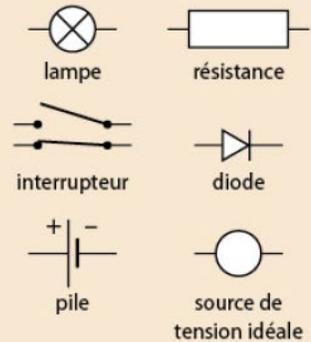
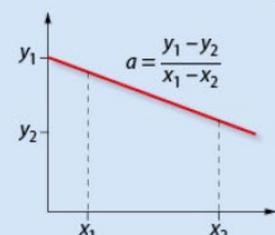


FIG. 4 Modélisation d'une source réelle de tension.

UN PONT VERS LES MATHS

Coefficient directeur

Le calcul du coefficient directeur d'une droite se fait en choisissant deux points de la droite et en calculant le rapport :



EXEMPLES

Quelques puissances électriques pour des dispositifs courants

Ampoule	Ordinateur	Micro-ondes	Machine à laver	Voiture électrique	Réacteur de centrale nucléaire
10 W	80 W	1 à 1,5 kW	2,2 kW	50 à 400 kW	1 à 1,5 GW

► Cas des conducteurs ohmiques

Si on associe la définition de la puissance ($P = U \cdot I$) et la loi d'Ohm ($U = R \cdot I$), on trouve la relation :

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

puissance dissipée par un conducteur ohmique (en W) →

résistance du conducteur ohmique (en Ω)

intensité du courant électrique traversant le dipôle ohmique (en A)

Cette puissance est dissipée sous forme de chaleur. C'est ce que l'on appelle **l'effet Joule**.

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

EXEMPLE

Les armoires utilisées dans les centres de données comportent de nombreux ventilateurs (FIG. 6) afin de dissiper la chaleur produite par le fonctionnement des circuits.

Dans une source de tension réelle, la résistance interne va dissiper de la puissance par effet Joule.



FIG. 6 Les ventilateurs d'une armoire de centre de données permettent la dissipation de la chaleur produite par effet Joule.

► Énergie

Si un dispositif électrique de puissance P est utilisé pendant une durée Δt , alors l'énergie utilisée ou fournie par ce dispositif est la suivante :

$$E = P \cdot \Delta t$$

énergie utilisée ou fournie par un dipôle (en J) →

puissance utilisée ou fournie par le dipôle (en W)

durée d'utilisation (en s)

► Rendement d'un convertisseur

Un convertisseur transforme une forme d'énergie en une autre forme d'énergie (FIG. 7).

Une partie de l'énergie fournie au convertisseur est transformée sous une forme non utilisable : on parle d'énergie perdue. Cette perte d'énergie du dipôle se caractérise par son rendement :

$$\rho = \frac{E_u}{E_a}$$

rendement (sans unité) →

énergie utile utilisée par le récepteur (en J)

énergie absorbée par le convertisseur (en J)

REPÈRE



► Les sociétés de distribution d'électricité comptabilisent cette énergie en $\text{kW} \cdot \text{h}$. Cela correspond à l'énergie convertie pendant une heure pour un appareil de 1 kW. Ainsi, $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1\,000 \times 3\,600 = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$.

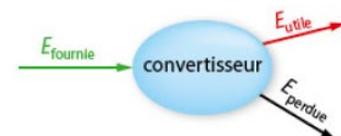
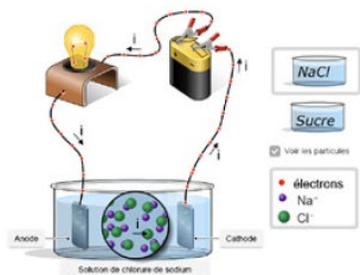


FIG. 7 Principe énergétique du convertisseur.

1 Le courant électrique

Les conducteurs contiennent des **porteurs de charges** libres de se déplacer : les électrons libres dans les métaux, les ions dans les solutions.



Conduction électrique dans les solutions.

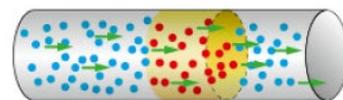
Lorsqu'ils sont soumis à une tension électrique, les porteurs de charges se déplacent de façon **ordonnée**.

Le **débit de charges électriques** est appelé **intensité du courant électrique** :

intensité du courant électrique (en A) charge électrique traversant une section du circuit (en C)

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

pendant une durée Δt (en s)

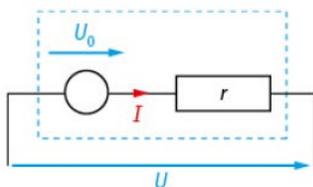


POUR VISUALISER

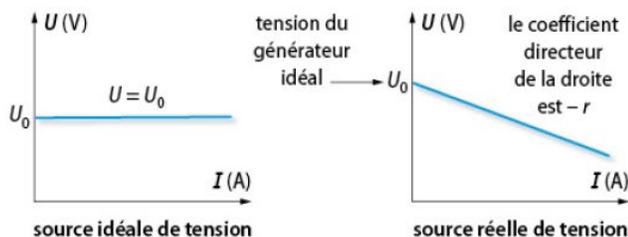


2 Source réelle de tension

Une **source réelle de tension U** est modélisée par l'association en série d'une **source idéale de tension U_0** et d'une résistance appelée **résistance interne r** .



Alors qu'une source de tension idéale délivre toujours une même tension, quelle que soit l'intensité du courant qui lui est demandée, la caractéristique d'une source réelle de tension n'est pas horizontale :



3 Puissance et énergie

Puissance d'un dipôle

puissance électrique utilisée ou fournie par un dipôle (en W) → $P = U \cdot I$ ← tension aux bornes du dipôle (en V) et intensité du courant électrique qui traverse le dipôle (en A)

Dans un circuit, la puissance fournie par la source de tension est égale à la somme des puissances utilisées par les dipôles passifs du circuit.

Énergie et rendement

énergie utilisée ou fournie par un dipôle (en J) → $E = P \cdot \Delta t$ ← puissance utilisée ou fournie par le dipôle (en W) et durée d'utilisation (en s)

Cas des conducteurs ohmiques

puissance dissipée par effet Joule par un conducteur ohmique (en W) → $P = R \cdot I^2$ ← résistance du conducteur ohmique (en Ω) et intensité du courant électrique traversant le dipôle ohmique (en A)

rendement (sans unité) → $\rho = \frac{E_u}{E_a}$ ← énergie utile utilisée par le récepteur (en J) et énergie absorbée par le convertisseur (en J)