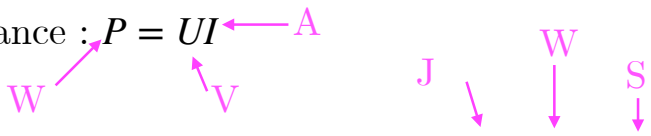


Thème 3 : L'énergie : conversions et transfert

Chapitre 15 : L'énergie des systèmes électriques

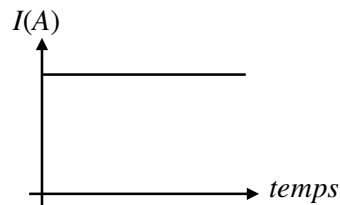
Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Porteur de charge électrique. Lien entre intensité d'un courant continu et débit de charges. Modèle d'une source réelle de tension continue comme association en série d'une source idéale de tension continue et d'une résistance.	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. <i>Déterminer la caractéristique d'une source réelle de tension et l'utiliser pour proposer une modélisation par une source idéale associée à une résistance.</i>
Puissance et énergie. Bilan de puissance dans un circuit. Effet Joule. Cas des dipôles ohmiques. Rendement d'un convertisseur.	Citer quelques ordres de grandeur de puissances fournies ou consommées par des dispositifs courants. Définir le rendement d'un convertisseur. <i>Évaluer le rendement d'un dispositif.</i>

Rappels

- Dipôle électrique : composant électrique possédant deux bornes
- Tension électrique : U en volt (V). Mesurée avec un voltmètre (branché aux bornes du dipôle)
- Intensité du courant électrique : I en Ampère (A). Mesurée avec un ampèremètre (branché en série)
- Résistance électrique : R en Ohm (Ω). Mesurée avec le ohmmètre.
- Loi d'Ohm : $U = RI$ (valable aux bornes d'un conducteur ohmique)
- Puissance : $P = UI$

- Énergie : $E = P \times \Delta t$
- Caractéristique d'un dipôle : $U = f(I)$ (tension aux bornes du dipôle en fonction de l'intensité du courant qui le traverse).

I. L'intensité du courant électrique

- Le courant électrique est défini par le mouvement de porteurs de charges (particules chargées : électrons, ions).
- Le courant est dit continu lorsqu'il ne varie pas au cours du temps.



- L'intensité correspond au débit de porteurs de charges dans une section du circuit :

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

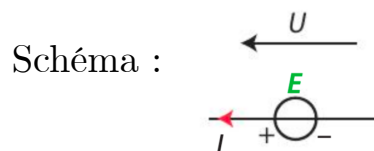
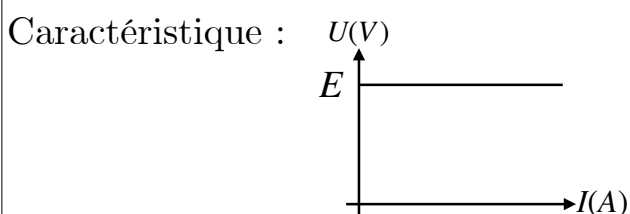
A ← I = Q / Δt ← S

- Par convention, le courant circule de la borne + vers la borne - du générateur.

II. La source réelle de courant

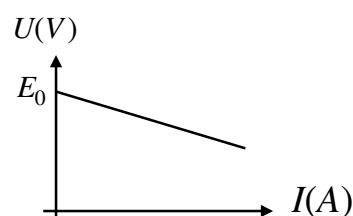
- Le courant continu est généré par un générateur (source) de tension continue, comme les piles ou les accumulateurs (batteries)
- On distingue deux types de générateurs de tension continue :
 - * source idéale : caractérisée par sa tension à vide E (en V).

La tension à ses bornes est constante



* source réelle :

Rappel TP1 : caractéristique $U = f(I)$



- La tension U à ses bornes dépend de l'intensité I du courant débité :

$$U = E - rI$$

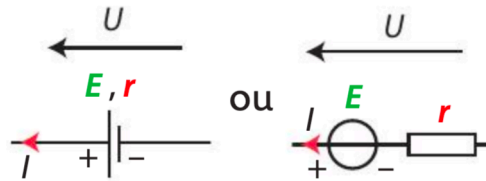
V → V A ← Ω

Si I augmente, alors U diminue.

E est appelé force électromotrice (fem) ou tension à vide (donne une info sur l'état de fonctionnement)

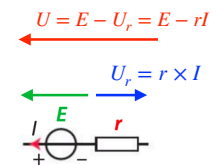
- Une source réelle est modélisée par l'association en série d'une source idéale de tension et d'une résistance interne r (Ω).

- Représentation :



- Conventions pour le sens des flèches des tensions :

- générateur (idéal ou réel) : U et I sont TOUJOURS dans le même sens.
- récepteurs : U et I sont dans le sens contraire.



III. Le bilan de puissance

1. Puissance et énergie

- La puissance P est une grandeur indiquant l'aptitude d'un système à convertir de l'énergie.
- La puissance convertie par un dipôle est notée P et s'exprime en Watt (W). Pour un dipôle soumis à une tension U entre ses bornes et parcouru par un courant d'intensité I , on peut écrire :

$$W \rightarrow P = U \times I \leftarrow A$$

V ↑

Exemples de puissance d'appareils courants :

Appareil	Puissance	Appareil	Puissance
Veilleuse d'appareil	1 W	Fer à repasser	1200 W
Lampe	30 W	Lave-linge	2500 W
Chauffage électrique	750 W	Four	3000 W
Téléviseur	150 W	Plaque de cuisson	6000 W

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

$$J(Ws) \longrightarrow E = P \times \Delta t \longleftarrow s$$

\uparrow
 W

$$\mathcal{E} = \mathcal{P} \times \Delta t$$

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h}$$

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1 \times 10^3 \text{ W} \times 3\,600 \text{ s}$$

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

- Il existe d'autres unités pour l'énergie : Wh ; kWh
- Cas de la résistance (conducteur ohmique) :

Loi d'Ohm : $U_R = R \times I$

Puissance électrique de la résistance : $P_{elec} = U_R \times I$

$$P_{elec} = R \times I \times I = R \times I^2 = P_{joule}$$

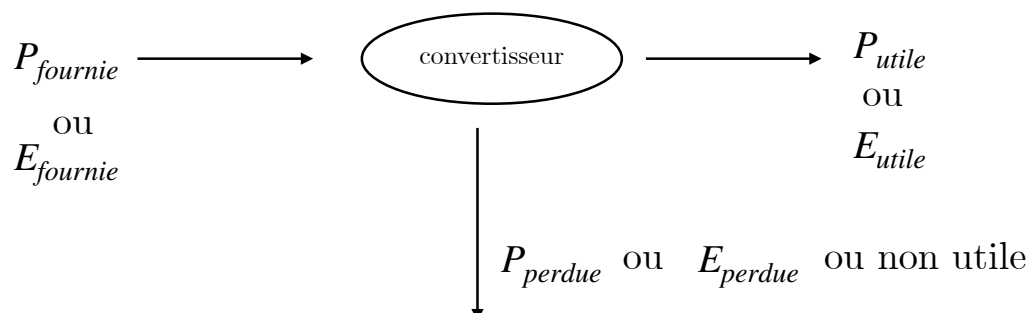
Au niveau microscopique, les **électrons** libres **frottent** sur leur support de déplacement. Le matériau **s'échauffe** : c'est **l'effet Joule**. Plus le courant est fort, plus le matériau s'échauffe.

2. Bilan de puissance

- Lors d'une conversion, l'énergie et la puissance sont des grandeurs qui se conservent.
- Le rendement d'un convertisseur se note η (êta) est :

(mesure de l'efficacité) $\eta = \frac{E_{utile}}{E_{fournie}} = \frac{P_{utile}}{P_{fournie}} \quad \eta \leq 1$

- Pour chaque convertisseur (pile, lampe...) on peut faire une chaîne de puissance (ou d'énergie):



- Pour effectuer un bilan de puissance d'un composant, on multiplie par l'intensité l'équation de la caractéristique.

Résistance :

Caractéristique : $U = RI$

$$U \times I = RI \times I = RI^2$$

$$P_{elec} = P_{joule}$$

Toute la puissance électrique est convertie en puissance thermique : $\eta = 1$

Source réelle :

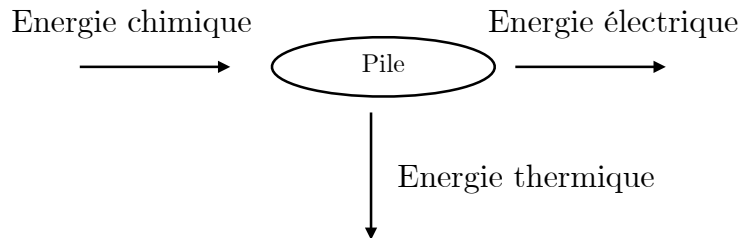
Caractéristique : $U = E - rI$

$$U \times I = EI - rI^2$$

puissance perdue par effet
joule (la pile chauffe)

$$P_{elec} = P_{chimique} - P_{joule}$$

$$\eta = \frac{P_{elec}}{P_{chimique}} = \frac{UI}{EI} = \frac{U}{E}$$



11 Calculer une durée de fonctionnement

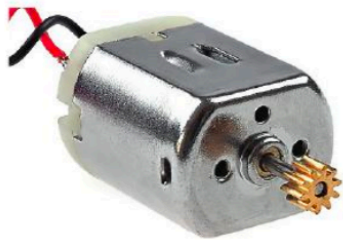
| Effectuer des calculs.

Un conducteur ohmique, placé dans un circuit électrique, est traversé par un courant électrique d'intensité constante $I = 100 \text{ mA}$ durant 30 minutes. La tension à ses bornes est $6,0 \text{ V}$.

1. À partir de l'expression $\mathcal{P} = U \times I$, exprimer l'énergie électrique reçue en fonction de Δt , U et I .
2. Calculer l'énergie électrique reçue.

13 Calculer un rendement

| Mobiliser ses connaissances.



Un moteur électrique de jouet pour enfant, est soumis à une tension de $4,5 \text{ V}$. Il est traversé par un courant d'intensité $I = 0,050 \text{ A}$. Il fournit une

puissance mécanique $\mathcal{P}_{\text{mec}} = 0,20 \text{ W}$ et transfère par effet Joule, au milieu extérieur, une puissance \mathcal{P}_{th} .

1. Calculer la puissance électrique en entrée.
2. Calculer le rendement η_M du moteur électrique.

20 Batterie d'un téléphone portable

| Extraire et exploiter des informations.

L'image ci-contre est celle d'une batterie de téléphone portable.

1. Quelle est la tension d'alimentation du téléphone portable ?
2. Que signifie l'indication « 1 900 mAh » ?
3. a. Déterminer l'intensité moyenne du courant débité par cette batterie dans le cas d'une autonomie de $8,00 \text{ h}$.
b. Calculer alors la puissance électrique disponible aux bornes de la batterie.



27
CORRIGÉ

30
min

Le chauffe-eau électrique

| Effectuer des calculs ; comparer à une valeur de référence ; écrire un résultat de manière adaptée.

Un chauffe-eau électrique fonctionne grâce à un thermoplongeur (dispositif permettant de chauffer des liquides) de résistance R .

Le chauffe-eau étudié possède les caractéristiques techniques suivantes :

Volume d'eau	Puissance électrique
200 L	3 000 W
Tension d'alimentation	Résistance du thermoplongeur
230 V	17,6 Ω

1. Déterminer l'énergie nécessaire au chauffage, de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ à $60 \text{ }^\circ\text{C}$, de l'eau contenue dans le chauffe-eau plein.
2. Calculer, en heure, la durée Δt de ce chauffage.
Utiliser le réflexe 1
3. a. Calculer l'intensité I du courant électrique traversant le thermoplongeur durant son fonctionnement.

24 Vélo à assistance électrique

| Extraire et exploiter l'information.

Un vélo à assistance électrique est composé d'une batterie Li-Ion qui alimente un moteur électrique. La notice fait apparaître les informations suivantes :

Moteur : 36 V – puissance électrique 500 W
Rendement 78% en fonctionnement optimal de l'assistance
Batterie : capacité $10 \text{ A}\cdot\text{h}$

1. Quelle est l'intensité du courant électrique fourni par la batterie lorsque l'assistance électrique est en fonction ?
2. Déterminer la puissance mécanique disponible à la sortie du moteur.
3. En déduire la puissance perdue par le moteur.
4. Que signifie « capacité $10 \text{ A}\cdot\text{h}$ » ?
5. Quelle sera la durée d'utilisation de l'assistance électrique ?

Donnée

- $1 \text{ A}\cdot\text{h} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ h}$

b. Calculer la charge électrique Q transférée pendant la durée de chauffage.

4. Vérifier l'indication concernant la résistance R du thermoplongeur donnée dans les caractéristiques techniques.

5. Citer un autre appareil domestique dont la puissance électrique est du même ordre de grandeur que celle du chauffe-eau étudié.

Données

- Énergie nécessaire pour chauffer une masse m d'eau liquide de la température θ_i à la température θ_f :

$$\mathcal{E} = m \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$$

- Capacité thermique massique de l'eau

$$c_{\text{eau}} = 4\,180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

- Masse volumique, supposée constante, de l'eau

$$\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$$

- $\eta = 1$ pour le thermoplongeur.

Effectuer des calculs

Question 2
réussie ?



Améliorer ses performances → ex. 11



Relever de nouveaux défis → ex. 22