

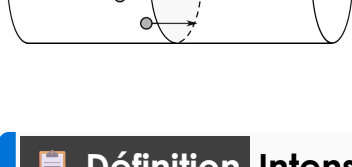
## P4 : Aspects énergétiques des phénomènes électriques

### 1 Intensité du courant électrique.

Les porteurs de charges capables de se déplacer sont :

- les **électrons libres** dans les métaux
- les **ions** dans les solutions

Sous l'effet d'une tension électrique, les porteurs de charges



sont mis collectivement en mouvement et forment un courant électrique

#### Définition Intensité du courant électrique

L'intensité du courant, est un **débit** de charges électriques.

On note  $Q$  la charge électrique totale qui traverse une section d'un fil pendant la durée  $\Delta t$

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

avec  $Q$  en C (coulomb) ,  $\Delta t$  en (s) et  $I$  en (A)

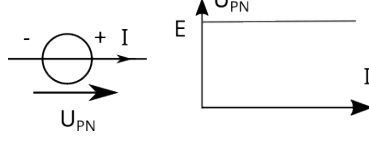
### 2 Sources de tension.

Une source de tension est un dispositif qui délivre une tension électrique entre ses bornes que l'on note P (positive) et N (négative). Celle peut être une pile ou une batterie par exemple.

#### A. Source idéale.

Une source idéale de tension est un générateur qui maintient une tension constante quelle que soit l'intensité du courant.

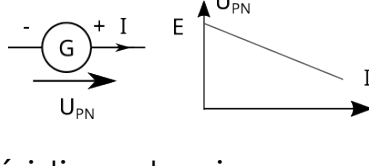
$$U_{PN} = E$$



#### B. Source réelle.

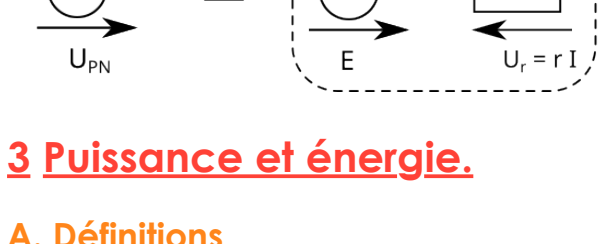
Une source réelle a une tension qui diminue lorsque l'intensité du courant augmente.

$$U_{PN} = E - r \cdot I$$



La caractéristique tension-courant est une fonction affine

On **modélise** une source réelle comme l'association d'un générateur idéal de tension  $E$  (appelé force électromotrice f.é.m) en série avec une résistance  $r$  (appelée résistance interne)



### 3 Puissance et énergie.

#### A. Définitions

##### Définition Puissance

La puissance électrique est une mesure de la « vitesse » de transformation de l'énergie

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

où  $P$  est la puissance en watt ,  $E$  l'énergie en joule et  $\Delta t$  la durée en seconde

**Exemples :** lampe 50 W ; console de jeux 250 W ; chauffage électrique 5000 W

##### Définition Puissance électrique

La puissance électrique fournie ou reçue par un dipôle est :

$$P = U \times I$$

#### B. Effet joule.

##### Définition Effet Joule

L'effet joule est la conversion totale d'énergie électrique en transfert thermique (chaleur) dans un conducteur ohmique.

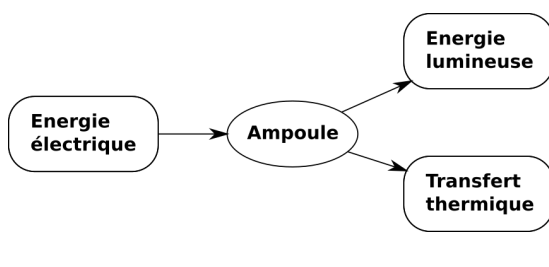
Pour un conducteur ohmique de résistance  $R$  la puissance transformée est :

$$P_J = R \times I^2$$

#### C. Bilan de puissance et rendement d'un convertisseur

Sur un bilan énergétique pour un convertisseur, on fait apparaître sous forme de diagramme:

- les énergies reçues
- les énergies transformées.



**Exemple : ampoule** reçoit de l'énergie électrique et fournit de l'énergie lumineuse un transfert thermique (chaleur) au milieu extérieur.

Une partie de l'énergie fournie par le convertisseur est l'énergie « utile », l'autre partie sera considérée comme une perte.

##### Définition Rendement d'un convertisseur

Par définition le **rendement** d'un convertisseur est

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{reçue}}$$

Le rendement est compris entre 0 et 1 et s'exprime souvent en %

**Exemples** de rendement : panneau solaire 22% batterie 96% moteur électrique 80% moteur thermique 30%

#### Ce qu'il faut savoir faire

- ✓ 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.
- ✓ Déterminer la caractéristique d'une source réelle de tension et l'utiliser pour proposer une modélisation par une source idéale associée à une résistance.
- ✓ Citer quelques ordres de grandeur de puissances fournies ou consommées par des dispositifs courants.
- ✓ Définir le rendement d'un convertisseur.
- ✓ Évaluer le rendement d'un dispositif.

## P4 : Activité et Exercices

### ⚠ Méthode de travail à suivre :

- **Lire** la partie cours et suivre les **explications** du professeur.
- **Rédiger** les réponses aux questions **Q1..** sur une feuille de travail. Ne pas attendre la correction pour commencer !
- **Réaliser** une carte mentale (ou un résumé) du cours
- **Faire les exercices** dans l'ordre (sur une feuille)

Rappeler les lois de l'électricité vues en 2<sup>de</sup>:

**Q1.** Loi des nœuds

**Q2.** Loi des mailles

**Q3.** Loi d'Ohm

**Q4.** Quelle est la charge électrique qui traverse une ampoule pendant une minute lorsque le courant a une intensité de 30 mA.

**Q5.** la valeur de l'énergie électrique reçue par une console de jeu pendant une heure d'utilisation.

**Q6.** Une pile de force électromotrice  $E = 4,5 \text{ V}$  délivre une tension  $U_{PN} = 4,0 \text{ V}$  pour une intensité  $I = 0,5 \text{ A}$ . Calculer la valeur de la résistance interne.

**Q7.** On appelle intensité de court-circuit l'intensité pour laquelle  $U_{PN} = 0 \text{ V}$  elle est obtenue en reliant directement le plus et le moins de la pile. Calculer sa valeur.

**Q8.** Pour les systèmes suivants, quelle forme d'énergie est convertie (c'est à dire reçue) et quelle forme d'énergie est « utile »

- une cellule photovoltaïque
- une pile
- une ampoule

**Q9.** Le rendement d'une ampoule à incandescence est de 10% environ. Calculer la valeur de la puissance thermique produite par une ampoule de 50 W

### Exercice 1: Batterie externe.

Une batterie externe est modélisée par une source réelle de tension. On l'utilise pour recharger un téléphone portable.

Sur la batterie il est écrit capacité : 27000 mA.h.  $E = 5,0 \text{ V}$  et  $I = 2,1 \text{ A}$

- 1) Donner l'expression de la charge  $Q$  en fonction de l'intensité  $I$  du courant et de la durée  $\Delta t$  en rappelant les unités.
- 2) La capacité de la batterie correspond à la charge maximale qu'elle peut libérer. Calculer cette charge en coulomb.

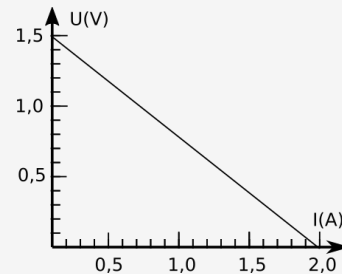
On recharge un téléphone portable avec la batterie externe.

3) Calculer le temps de charge du téléphone jusqu'à ce que la batterie externe soit vide.

4) Lors de la charge on mesure une tension aux bornes de la batterie externe de 4,7 V. En déduire la valeur de la résistance interne.

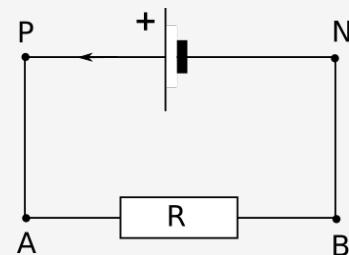
### Exercice 2: Puissance dans un circuit

On dispose d'une pile alcaline dont la caractéristique courant tension est donnée ci-dessous.



- 1) Quelle est la force électromotrice de cette pile ?
- 2) Quelle est l'intensité du courant de court-circuit ?
- 3) Montrer que la valeur de la résistance interne de cette pile est de  $0,75 \Omega$  (Expliquer)

On branche cette pile aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance  $R = 10 \Omega$  comme sur le schéma suivant.



- 4) Refaire le schéma du circuit en remplaçant la pile par son modèle équivalent.
- 5) En appliquant la loi des mailles, calculer l'intensité du courant.
- 6) En déduire la puissance reçue par le conducteur ohmique  $R$ .
- 7) La puissance électrique délivrée par la pile est  $P_{\text{elec}} = E \times I$ .

Calculer le rendement du transfert d'énergie de pile vers le conducteur ohmique.

### Exercice 3: Bouilloire électrique

Une bouilloire électrique, de puissance électrique 1500 W, porte 0,40 kg d'eau initialement à la température de  $18^\circ\text{C}$  à  $85^\circ\text{C}$  en 90 s.

- 1) Calculer la valeur  $Q$  (kJ) du transfert thermique (chaleur) reçu par l'eau à l'aide de l'expression :  $Q = m \times C_{\text{eau}} \times (T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}})$  avec  $C_{\text{eau}} = 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

- 2) En déduire la valeur de la puissance thermique reçue par l'eau.
- 3) Établir un bilan énergétique, sous forme de schéma, pour la bouilloire
- 4) Calculer le rendement énergétique de cette bouilloire.

#### Exercice 4: Cellule photovoltaïque

Un panneau solaire est constitué de cellules photovoltaïques qui permettent de réaliser une conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique.

Pour une puissance lumineuse reçue de  $1000 \text{ W.m}^{-2}$  le module photovoltaïque se comporte comme une source réelle tant que  $I < 1,2 \text{ A}$  avec  $E=22,0 \text{ V}$  et  $r=1,78 \Omega$ .

- 1) Établir un bilan de puissance, sous forme de schéma pour le module photovoltaïque.
- 2) Calculer la puissance reçue par un module photovoltaïque de surface  $S=0,10 \text{ m}^2$  ?
- 3) Calculer la puissance dissipée par effet Joule lorsque  $I=1,0 \text{ A}$ .
- 4) Calculer la puissance électrique délivrée par le module photovoltaïque lorsque l'intensité du courant est  $I=1,0 \text{ A}$ .
- 5) En déduire la valeur du rendement du module photovoltaïque.

#### Exercice 5: Pertes en ligne

La résistance d'un câble de longueur  $L$  (m) et de section  $S$  ( $\text{m}^2$ ) est donné par expression  $R = \rho \times \frac{L}{S}$  où  $\rho$  est la résistivité.

- 1) En quelle unité s'exprime la résistivité ?
- 2) Calculer la résistance d'un câble de 1,0 km de section  $16 \text{ mm}^2$  et de résistivité  $1,7 \times 10^{-8}$  (unités de la question précédente)
- 3) Un appareil qui absorbe une puissance de 4,0 kW est alimenté par une tension de 230 V (considérée comme continue). Calculer l'intensité du courant qui le traverse.
- 4) Calculer la puissance dissipée par effet joule dans le câble précédent qui alimente l'appareil électrique étudié.
- 5) Le courant électrique circule dans des lignes à haute tension de l'ordre de 70 kV sur des courtes distances et de l'ordre de 400 kV pour de longues distances. Justifier ce choix en illustrant votre réponse par un calcul.