

# Révisions

## Circuits électriques et dipôles

### • Loi des mailles

Dans une maille d'un circuit électrique, la somme algébrique des tensions est nulle. Les flèches de tension et de courant sont orientées dans le même sens pour un générateur, en sens contraires pour un récepteur.

### • Loi des nœuds

La somme des intensités des courants arrivant sur un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en partent.

### • Dipôle ohmique – Loi d'Ohm

Un dipôle ohmique est tel que la tension  $U$  à ses bornes est proportionnelle à l'intensité  $I$  du courant électrique qui le traverse. La caractéristique courant-tension de ce dipôle est une droite passant par l'origine. Son coefficient directeur, noté  $R$ , est appelé la **résistance** du dipôle :  $U = RI$ .

### • Unités du système international :

<b>Tension</b>	volt (V)
<b>Intensité de courant</b>	ampère (A)
<b>Résistance</b>	ohm ( $\Omega$ )

## Énergie, puissance et transferts

• Une **énergie** ne peut être ni créée ni détruite. Elle ne peut être que **transférée** ou **convertie** sous une autre forme. Un système qui fournit de l'énergie à un autre est appelé une **source**.

• Si une énergie  $E$  est convertie ou transférée pendant une durée  $\Delta t$ , la **puissance**  $P$  associée est :

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

La puissance représente la rapidité avec laquelle se produit le transfert ou la conversion.

• Un dipôle ayant une tension  $U$  à ses bornes et traversé par un courant d'intensité  $I$  échange avec le reste du circuit la **puissance électrique** :

$$P = UI$$

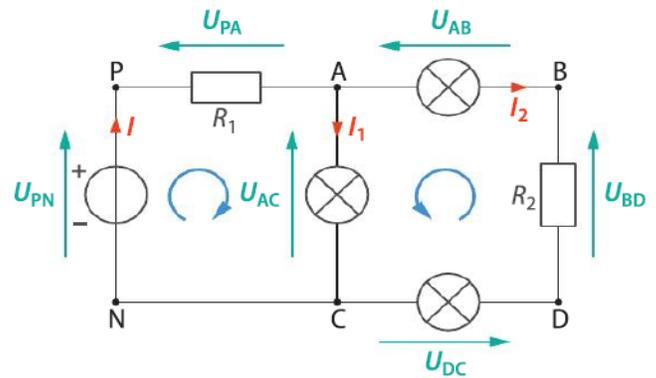
• Faire le **bilan énergétique** d'un système consiste à évaluer les énergies (ou les puissances) reçues et fournies par celui-ci. D'après le principe de conservation de l'énergie, la somme des énergies reçues égale celle des énergies fournies.

### • Unités du système international :

<b>Puissance</b>	watt (W)
<b>Énergie</b>	joule (J)

Un watt est un joule par seconde :  $1 \text{ W} = 1 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$

## DES CLÉS POUR RÉUSSIR



### • Loi des mailles sur la maille NPACN :

$$U_{PN} - U_{PA} - U_{AC} = 0 \quad (\text{car } U_{CN} = 0 \text{ V})$$

### • Loi des mailles sur la maille DBACD :

$$U_{BD} + U_{AB} - U_{AC} + U_{DC} = 0$$

### • Loi des nœuds au nœud A :

$$I = I_1 + I_2$$

### • Loi d'Ohm pour les dipôles $R_1$ et $R_2$ :

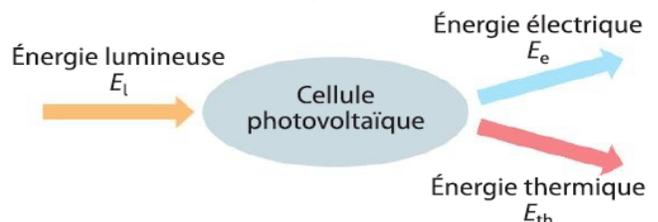
$$U_{PA} = R_1 I \quad \text{et} \quad U_{BD} = R_2 I_2$$

### Exemple

• Le Soleil est une **source** d'énergie lumineuse. Celle-ci est **transférée** à la Terre et peut être **convertie** en énergie électrique par des cellules photovoltaïques.



### • Schéma d'un bilan énergétique :



L'énergie  $E_l$  est convertie sous plusieurs formes.

D'après le **principe de conservation de l'énergie**, on a :

$$E_l = E_e + E_{th}$$

# 1 Charges et courants électriques

## a. Porteurs de charge

Un **porteur de charge** est une particule portant une charge électrique positive ou négative.

Tout porteur de charge a une charge électrique multiple de la charge électrique élémentaire  $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$  (doc. 1).

## b. Courant et débit de charges

• Le déplacement de porteurs de charge engendre un **courant électrique** d'autant plus intense qu'ils sont nombreux ou rapides.

Si une charge électrique  $Q$  traverse un conducteur électrique durant un temps  $\Delta t$ , alors l'**intensité du courant électrique** est :

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

$I$  en ampères (A)  
 $Q$  en coulombs (C)  
 $\Delta t$  en secondes (s)

L'intensité d'un courant électrique est un **débit de charges électriques**.

### Exemple

Si un courant d'intensité  $I = 3,2 \text{ A}$  circule dans un conducteur pendant une durée  $\Delta t = 15 \text{ s}$ , alors la charge électrique qui y a transité est :

$$Q = I\Delta t = 3,2 \times 15 = 48 \text{ C}$$

• Les charges électriques pouvant être positives ou négatives, le courant est une grandeur algébrique\*.

Dans un conducteur électrique, le **sens du courant** est celui dans lequel des charges positives se déplaceraient (doc. 2).

Dans un circuit contenant un générateur, le courant va de la borne positive vers la borne négative. Les électrons se déplacent dans le sens contraire.

► Exercices 29 p. 275 et 38 p. 276

## c. Dipôles et conventions d'orientation du courant

Un **générateur** est un dipôle qui fournit de l'énergie électrique au circuit. On parle de **dipôle actif**.

Pour représenter un générateur, on oriente dans le même sens la tension entre ses bornes et le courant qui le traverse (doc. 3).

### Exemple

Une pile alcaline transforme l'énergie chimique stockée en énergie électrique, qu'elle fournit au circuit.

Un dipôle **récepteur** convertit l'énergie électrique qu'il reçoit sous une autre forme. On parle de **dipôle passif**.

Pour représenter un récepteur, on oriente dans des sens contraires la tension entre ses bornes et le courant qui le traverse (doc. 4).

### Exemple

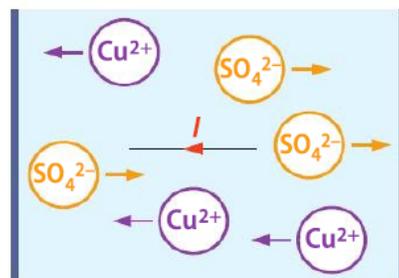
Quand un dipôle ohmique est traversé par un courant, il chauffe. Il y a conversion de l'énergie électrique reçue en énergie thermique.

## Vocabulaire

- Par abus de langage, on peut dire des particules chargées qu'elles sont « positives » ou « négatives ».
- **Algébrique** : qualifie une grandeur orientée, c'est-à-dire munie d'un signe (+ ou -) indiquant le sens de cette grandeur.

Particule	Charge
Proton	$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Neutron	0 C
Électron	$-e = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

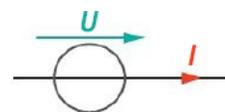
Doc. 1 Charges électriques des constituants de l'atome.



Électrode négative

Électrode positive

Doc. 2 Mouvement d'ions dans une solution de sulfate de cuivre parcourue par un courant d'intensité  $I$ .



Doc. 3 Schéma de la convention générateur.



Doc. 4 Schéma de la convention récepteur.

## 2 Puissance électrique

L'énergie électrique est liée au mouvement ou au stockage de porteurs de charge. Elle peut être convertie ou transférée. La **puissance électrique** traduit la rapidité du transfert ou de la conversion.

### a. Puissance électrique d'un dipôle

Soit un dipôle ayant une tension  $U$  à ses bornes et traversé par un courant d'intensité  $I$ . La **puissance électrique** mise en jeu est :

$$P = UI$$

$P$  en watts (W)  
 $U$  en volts (V)  
 $I$  en ampères (A)

Si les conventions générateur et récepteur sont respectées, alors  $P$  est un nombre positif :

- si le dipôle est un générateur,  $P$  représente la puissance qu'il **fournit** au circuit ;
- si c'est un récepteur,  $P$  représente la puissance qu'il **reçoit** (doc. 5).

#### Exemples

- Un dipôle ohmique est soumis à une tension  $U = 12$  V et parcouru par un courant d'intensité  $I = 50$  mA. Il **reçoit** la puissance :

$$P = UI = 12 \times 50 \times 10^{-3} = 0,60 \text{ W}$$

- Une pile (doc. 6) est branchée dans un circuit parcouru par un courant d'intensité  $I = 140$  mA. La tension à ses bornes est  $U = 3,0$  V.

La puissance électrique qu'elle **fournit** au circuit est donc :

$$P = UI = 3,0 \times 140 \times 10^{-3} = 0,42 \text{ W}$$

Dispositif	Puissance
Bouilloire électrique	2 kW
Écran d'ordinateur	15 W
Voiture citadine	60 kW
Ampoule DEL	5 W
Réfrigérateur	150 W
Montre à quartz	1 $\mu$ W

**Doc. 5** Puissances électriques approximatives consommées par quelques dispositifs courants.



**Doc. 6** Pile bouton de 3 V.

#### Unité

- Une unité souvent utilisée pour les énergies est le **watt-heure** (Wh). 1 Wh est l'énergie transférée à la puissance de 1 W pendant une heure : 1 Wh = 3 600 J.

L'énergie échangée pendant une durée  $\Delta t$  à la puissance  $P$  est :

$$E = P\Delta t$$

$E$  en joules (J)  
 $P$  en watts (W)  
 $\Delta t$  en secondes (s)

#### Exemple

Un aspirateur consommant une puissance  $P = 1,8$  kW pendant 20 min, soit une durée  $\Delta t = 1,2 \times 10^3$  s, a consommé l'énergie :

$$E = P\Delta t = 1,8 \times 10^3 \times 1,2 \times 10^3 = 2,2 \times 10^6 \text{ J} = 2,2 \text{ MJ}$$

### b. Effet Joule

Soit un **dipôle ohmique** ayant une tension  $U$  à ses bornes et traversé par un courant d'intensité  $I$ , orienté en convention récepteur (doc. 7). Ces trois grandeurs sont reliées par la **loi d'Ohm**  $U = RI$  où  $R$  est la résistance\* du dipôle ohmique, exprimée en ohms ( $\Omega$ ).

Le dipôle reçoit une puissance électrique  $P = UI$ , soit  $P = (RI) \times I$ .

Un dipôle ohmique de résistance  $R$  et traversé par un courant d'intensité  $I$  reçoit une puissance électrique (puissance Joule) :

$$P = RI^2$$

$P$  en watts (W)  
 $R$  en ohms ( $\Omega$ )  
 $I$  en ampères (A)

Cette puissance électrique reçue par le dipôle est dissipée par transfert thermique\* : ce phénomène est nommé **effet Joule**.

#### Exemple

Un barbecue électrique (doc. 8) contient une résistance  $R = 20$   $\Omega$  parcourue par un courant d'intensité  $I = 10$  A. Il reçoit une puissance :

$$P = RI^2 = 20 \times 10^2 = 2,0 \times 10^3 \text{ W} = 2,0 \text{ kW}$$



**Doc. 7** Un dipôle ohmique représenté en convention récepteur.

#### Vocabulaire

- La **résistance** est la grandeur caractéristique d'un dipôle ohmique. Par abus de langage, on désigne souvent le dipôle ohmique lui-même par le terme de « **résistance** ».
- **Transfert thermique** : désigne un échange d'énergie sous forme d'agitation microscopique.



**Doc. 8** Le rayonnement rouge du dipôle ohmique du barbecue électrique est dû à sa température élevée. C'est le phénomène d'incandescence.

### 3 Générateurs de tension

#### a. Générateur idéal de tension

Un **générateur idéal de tension** a entre ses bornes une tension électrique qui ne dépend pas de l'intensité du courant électrique qui le traverse (doc. 9). Cette tension est nommée **force électromotrice** (f.é.m.\*) du générateur, souvent notée  $E$ .

#### b. Générateur réel de tension

• La caractéristique tension-courant d'un générateur réel de tension est modélisée par une fonction affine décroissante (doc. 9).

Un **générateur réel de tension** peut être modélisé par un **générateur idéal de tension** (de force électromotrice  $E$ ) en série avec une résistance  $r$  de faible valeur nommée **résistance interne du générateur** (doc. 10). La tension entre ses bornes lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité  $I$  est :

$$U_g = E - rI$$

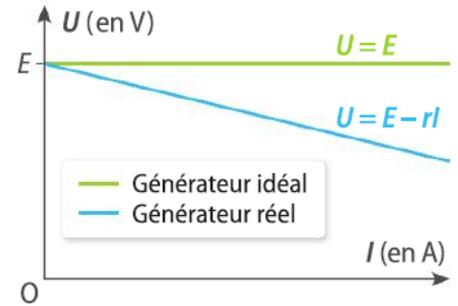
• La tension  $E$  est aussi appelée **tension à vide** du générateur. En effet, quand  $I = 0$ , on a  $U_g = E$ .

La résistance interne du générateur a pour conséquence qu'une partie de la puissance qu'il consomme est dissipée par effet Joule. Si le courant a une intensité trop grande, la tension  $U_g$  délivrée par le générateur peut ne plus être suffisante pour faire fonctionner le(s) appareil(s) qu'il alimente.

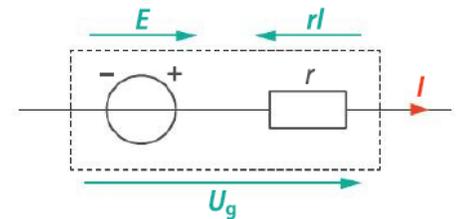
▶ Activité d'exploitation 3 p. 266 ▶ Exercice 51 p. 277

#### Vocabulaire

- La **f.é.m.** est nommée « force » et notée  $E$  mais c'est bien une tension, pas une force ou une énergie.



Doc. 9 Caractéristiques tension-courant de générateurs de tension.



Doc. 10 Modélisation d'un générateur réel de tension.

### 4 Convertisseurs et rendement

L'énergie ne peut être ni créée ni détruite mais seulement **transférée** ou **convertie** sous une autre forme.

Dans un circuit électrique, toute l'énergie fournie par le ou les générateurs est reçue par le ou les récepteurs, qui la convertissent.

Un **convertisseur** transforme un type d'énergie en un autre.

Une conversion peut s'accompagner de **pertes**, c'est-à-dire d'une conversion en une forme d'énergie non voulue ou non utile (doc. 11 et 12).

Lors d'un transfert ou d'une conversion, on peut raisonner sur l'énergie ou sur la puissance, liées par la durée du phénomène.

Soient  $P_u$  la puissance utile convertie et  $P_{tot}$  la puissance totale reçue ou consommée. Le **rendement** de la conversion est :

$$\eta = \frac{P_u}{P_{tot}}$$

Cette grandeur, comprise entre 0 et 1, peut s'exprimer en pourcents.

Le rendement peut aussi se calculer comme un quotient d'énergies.

#### Exemple

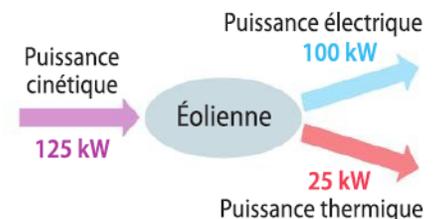
Les éoliennes convertissent l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. Un transfert thermique non voulu se produit également. D'après le doc. 12, la puissance utile vaut  $P_u = 100$  kW quand la puissance totale reçue par l'éolienne est  $P_{tot} = 125$  kW. Le rendement est donc :

$$\eta = \frac{P_u}{P_{tot}} = \frac{100}{125} = 0,800 = 80,0 \%$$

▶ Exercices 35 p. 275 et 58 p. 278



Doc. 11 Une éolienne convertit l'énergie cinétique du vent en énergie électrique et en énergie thermique (non voulue).



Doc. 12 Représentation schématique d'une conversion d'énergie par une éolienne.

**Convention générateur**  
tension et courant orientés dans le même sens  
**Puissance électrique fournie**  
 $P_f = U_g I$

**Modélisation du générateur réel**  
 $U_g = E - rI$   
 $E$  : force électromotrice (en V)  
 $r$  : résistance interne (en  $\Omega$ )

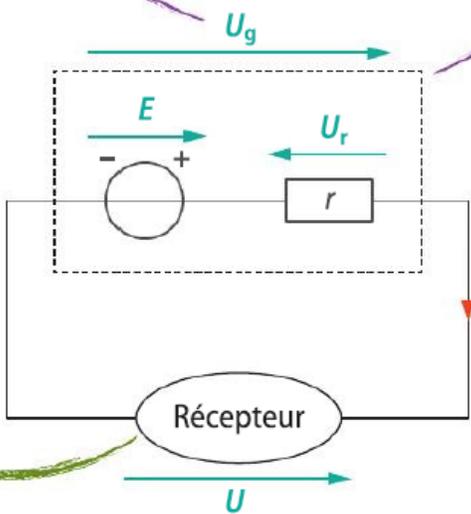
**Conservation de l'énergie**  
 $P_f = P$

**Convention récepteur**  
tension et courant orientés en sens contraires  
**Puissance électrique reçue**  
 $P = UI$

**Conducteur ohmique de résistance  $R$**

- Puissance reçue :  $P = RI^2$
- Effet Joule : dissipation d'énergie électrique en énergie thermique au passage du courant électrique.

Un **courant** d'intensité  $I$  (en A) transfère une **charge électrique**  $Q$  (en C) en une durée  $\Delta t$  (en s) :

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


**Rendement  $\eta$  d'un convertisseur**

$$\eta = \frac{P_u}{P_{tot}}$$

$P_u$  ← Puissance utile  
 $P_{tot}$  ← Puissance totale reçue

Le rendement est compris entre 0 et 1.  
Il peut être exprimé en pourcents.