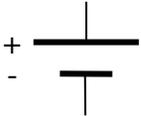
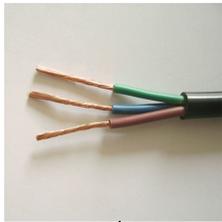
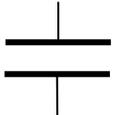
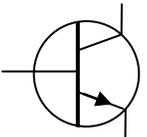


Chapitre 3.1 – L'électromotance, le courant et la résistance

Les circuits électriques

Un **circuit électrique** est le nom que porte un **regroupement** de **composants** où il y a une **circulation** de **charges électriques** (courant électrique). Le but d'un circuit électrique est de **transporter** de **l'énergie** de nature électrique d'un endroit à un autre par l'intermédiaire de la **charge électrique** qui est le **média de transport**.

Chaque composant influence de façon particulière le circuit électrique :

Source	Conducteur	Résisteur
<p>Composante qui établit le courant électrique et fournit l'énergie aux charges du circuit.</p>   <p>$\Delta V_P \propto \mathcal{E}$</p>	<p>Composant qui transporte le courant électrique avec des pertes mineures en énergie.</p>   <p>$\Delta V_{\text{fil}} \propto 0$ (fil idéal)</p>	<p>Composant qui s'oppose à la circulation d'un courant électrique. Il transforme l'énergie électrique sous une autre forme.</p>   <p>$\Delta V_R \propto \frac{dq}{dt}$</p>
Condensateur	Inductance	Transistor
<p>Composant qui permet de recueillir une séparation de charges électriques et ainsi d'emmagasiner ou libérer de l'énergie électrique.</p>   <p>$\Delta V_C \propto q$</p>	<p>Composante qui s'oppose à la variation du courant électrique en emmagasinant ou en libérant de l'énergie de nature magnétique.</p>   <p>$\Delta V_I \propto \frac{d^2q}{dt^2}$</p>	<p>Composant qui permet de bloquer le courant sous certaines conditions. Il agit comme un interrupteur.</p>   <p>$\Delta V_T = ?$</p>

La source

La **source** est la composante d'un circuit électrique qui **fournie l'énergie** au circuit. Le processus qui génère l'énergie au circuit dépend du type de la source.

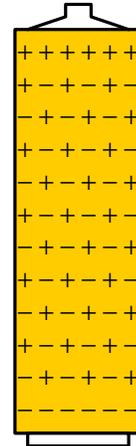
La pile électrochimique :



Piles électrochimiques

- Le but de la pile électrochimique est de **séparer les charges** positives et négatives aux deux extrémités de la pile (bornes positive et négative) à l'aide d'une réaction chimique par le processus de l'oxydoréduction.
- Puisque le processus de séparation lutte contre une attraction des charges, la **perte d'énergie chimique** se **transforme en énergie potentielle électrique**.
- On peut comparer la **pile** à une **pompe**. La pile « pompe » les charges positives à la borne positive en augmentant ainsi leur énergie potentielle électrique.
- **L'énergie potentielle électrique** est **équitablement répartie** entre toutes les charges.

borne positive



borne négative

L'électromotance

L'électromotance \mathcal{E} d'une pile correspond à l'augmentation en énergie potentielle ΔU_e des charges électriques divisée par le nombre de charge q « pompée » par la pile. L'électromotance est la caractéristique principale de la pile et se mesure en volt :

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta U_e}{q}$$

- où
- \mathcal{E} : L'électromotance en volt (V)
 - ΔU_e : Énergie potentielle électrique en joule (J)
 - q : Charge électrique pompée en coulomb (C)

La variation du potentiel électrique

La variation du potentiel électrique ΔV correspond à la variation de l'énergie potentielle ΔU_e électrique transportée par les charges électriques divisée par la charge électrique q . Cette mesure permet d'identifier dans quel composant l'énergie électrique transportée par les charges est transformée :

$$\Delta V = \frac{\Delta U_e}{q}$$

où ΔV : Variation du potentiel électrique en volt (V)
 ΔU_e : Variation de l'énergie potentielle électrique en joule (J)
 q : Charge électrique en coulomb (C)

Le courant

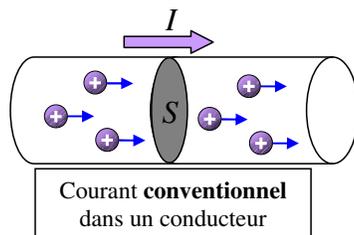
Le **courant électrique** est le nom que porte la somme des **charges électriques en mouvement** par **unité de temps**. Dans un conducteur, la charge électrique totale se comptabilise en comptant le nombre d'électrons N traversant une surface S multiplié par la charge élémentaire e de chaque électron :

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

où I : Courant en ampère (A)
 Δq : Charges électriques traversant la surface S en coulomb (C) ($\Delta q = Ne$)
 Δt : La durée de la mesure du courant en seconde (s)

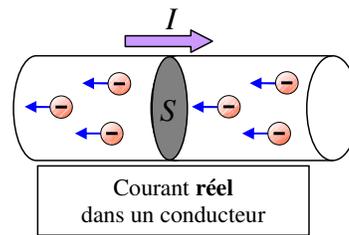
Le sens du courant

Historiquement, les physiciens croyaient que le courant électrique était produit par le mouvement de charge électrique positive ce qui a mené à la définition du courant **conventionnel**. De nos jours, nous savons que c'est le mouvement des électrons de conduction qui sont à l'origine du courant. Même si cette hypothèse est maintenant désuète, il n'en reste pas moins que la définition du courant conventionnel est toujours utilisée.



Sens conventionnel :

Charges **positives** se déplaçant dans le circuit électrique.

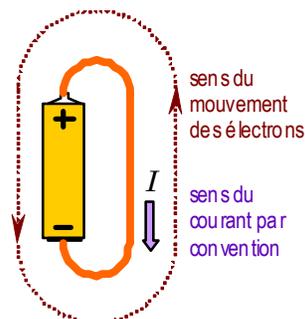


Sens réel :

Charges **néglatives** se déplaçant dans le circuit électrique.

Une pile dans un circuit simple

Lorsqu'une pile est branchée dans un circuit simple, les charges positives pompées à la borne positive de la pile empruntent le chemin du fil conducteur pour rejoindre la borne négative. Ce mouvement est entraîné par la force électrique d'attraction des charges séparées par la pile et génère un courant.



Tout au long du trajet, les charges positives perdent de l'énergie potentielle électrique acquise par la pile. Lorsque la charge positive atteint la borne négative, elle retrouve la même énergie potentielle électrique qu'elle avait avant d'être pompée.

La résistance

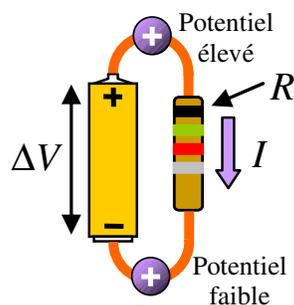
La résistance est une mesure qui évalue l'opposition à l'établissement d'un courant électrique dans un circuit. Plus les composants d'un circuit sont de mauvais conducteurs, plus la résistance du circuit est élevée. Dans un circuit, la résistance R correspond au rapport entre la différence de potentielle ΔV utilisée pour alimenter le circuit et le courant I qui y circule. C'est la résistance du circuit qui cause la chute de l'énergie potentielle des charges et qui limite l'établissement du courant dans le circuit :

$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

où ΔV : Électromotance de la pile qui alimente le circuit en volt (V)

I : Courant généré par la pile en ampère (A)

R : Résistance du circuit en ohm (Ω)



Le courant n'est pas une caractéristique de la pile

Une pile ne débite pas toujours le même courant I , car le courant dépend de la résistance R des résisteurs qui composent le circuit et de l'électromotance ε de la pile.

Résistance faible		Résistance élevée	
	<p>Courant élevé</p> <p>⇒</p> <p>Pile s'épuise rapidement</p>		<p>Courant faible</p> <p>⇒</p> <p>Pile s'épuise lentement</p>

La loi d'Ohm

En 1826, le physicien allemand Georg Simon Ohm découvre qu'un conducteur métallique soumis à une différence de potentiel ΔV et parcouru par un courant I possède une résistance R constante si la température est maintenue constante. Cette découverte porte maintenant le nom de loi d'Ohm et s'applique uniquement aux résistances ohmiques :



Georg Simon Ohm
(1789 - 1854)

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad \text{ou} \quad \Delta V = RI$$

où ΔV : Différence de potentiel aux bornes du résistor en volt (V)

R : Résistance constante du résistor en ohm (Ω)

I : Courant qui circule dans le résistor en ampère (A)

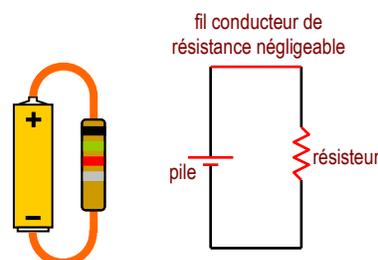
Les résistances non-ohmiques ne possèdent pas de résistance constante, car la résistance R dépend de la différence de potentiel ΔV appliquée aux bornes du résistor ($R = R(\Delta V)$) :

<p>élément ohmique</p>	<p>Pente :</p> $\frac{I}{\Delta V} = \frac{1}{R}$ <p>($R = \text{constante}$)</p>	<p>Résistor ohmique</p>
<p>élément non-ohmique</p>	<p>Pente :</p> $\frac{dI}{d(\Delta V)} = 1/R(\Delta V)$ <p>($R = \text{non constant}$)</p>	<p>Ampoule incandescente</p>

Potentiel, pile et résistor

À partir de la loi d'Ohm, on réalise que la chute de potentiel électrique s'effectue dans un circuit là où il y a beaucoup de résistance :

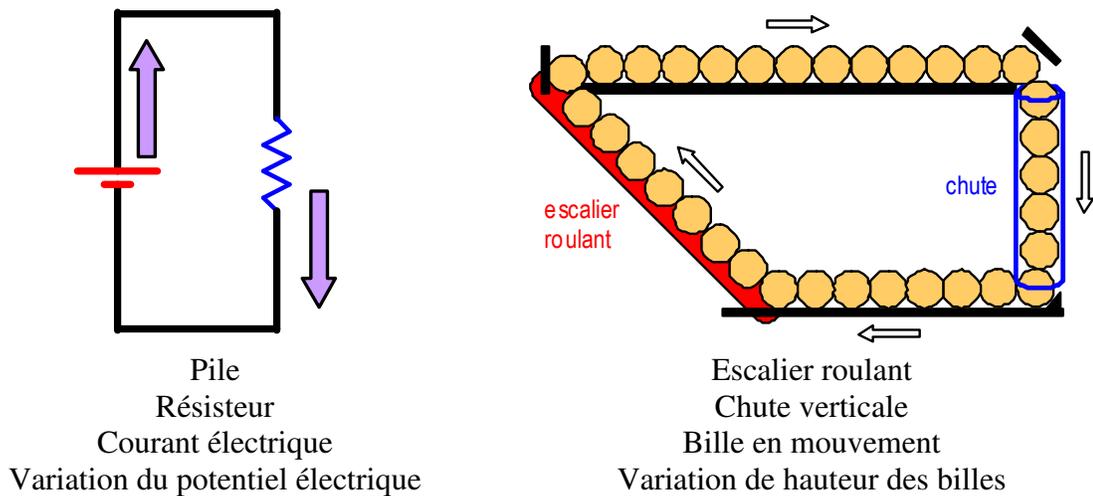
- Une pile augmentera le potentiel électrique, car elle transforme de l'énergie chimique en énergie électrique.
- Un résistor diminuera le potentiel électrique, car il transforme de l'énergie électrique sous une autre forme (ex : chaleur, mécanique, sonore, ...)
- Un fil conducteur maintient le potentiel électrique constant, car sa résistance est faible.



Analogie du modèle mécano-gravitationnelle

On peut comparer un circuit électrique au modèle mécano-gravitationnelle suivant :

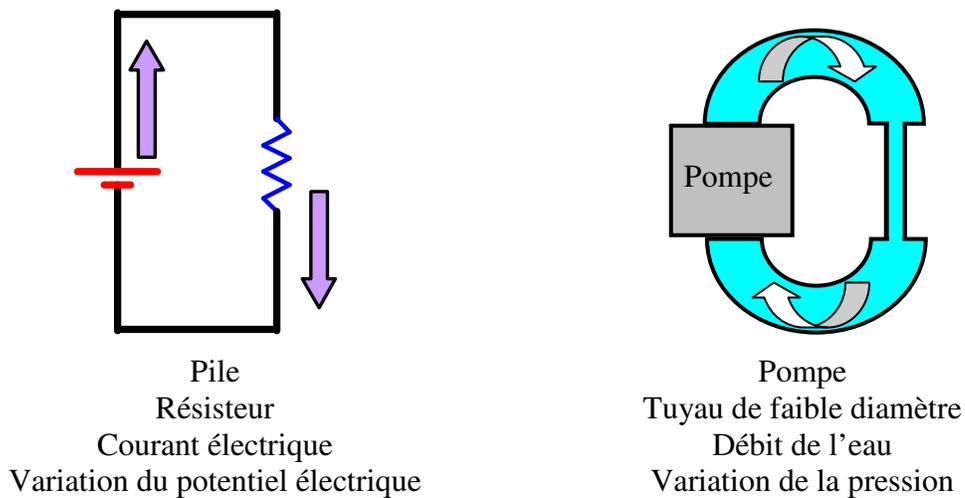
Circuit complètement rempli de billes identiques indéformables circulant « à la file indienne ». L'escalier roulant augmente l'énergie potentielle gravitationnelle et la chute produit du bruit et de la chaleur, car les billes ne peuvent pas gagner de vitesse (toutes les billes circulent à la même vitesse).



Analogie du modèle hydraulique

On peut comparer un circuit électrique à un circuit hydraulique :

L'eau circule dans tuyauterie grâce à une pompe qui applique une pression sur l'eau qui est incompressible. La pression chutera dans la tuyauterie là où la résistance des tuyaux augmente (ouverture se rétrécit).



Exercices

3.1.4 *Le courant débité par une pile.* (a) Une pile dont l'électromotance est égale à 10 V et la résistance interne est négligeable génère un courant de 0,2 A lorsqu'elle est branchée à un circuit. Quelle est la résistance du circuit ? (b) Lorsqu'on branche la même la même pile à un circuit dont la résistance est égale de 100 Ω, quel est le courant ?

Référence : Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 12

On raccorde une génératrice à grande puissance aux bornes d'une résistance de 1000 Ω; un ampèremètre en série avec la génératrice indique un courant de 5 ampères. Calculez le courant qu'on obtiendrait dans une résistance de 2500 Ω, en supposant que la génératrice fournit un voltage constant.

Solutions

3.1.4 *Le courant débité par une pile.*

$$(a) \quad R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{(10)}{(0,2)} = 50 \text{ } \Omega$$

$$(b) \quad R = \frac{\Delta V}{I} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{(10)}{(100)} = 0,1 \text{ A}$$

Référence : Note Science Santé – Chapitre 3 – Question 12

$$R = 1000 \text{ } \Omega$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$\Delta V = R I = (1000)(5) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\Delta V = 5000 \text{ V}}$$

Avec $R = 2500 \text{ } \Omega$:

$$\Delta V = R I \quad \Rightarrow \quad I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{5000}{2500} \quad \Rightarrow \quad \boxed{I = 2 \text{ A}}$$