

# Dipôles électrocinétiques

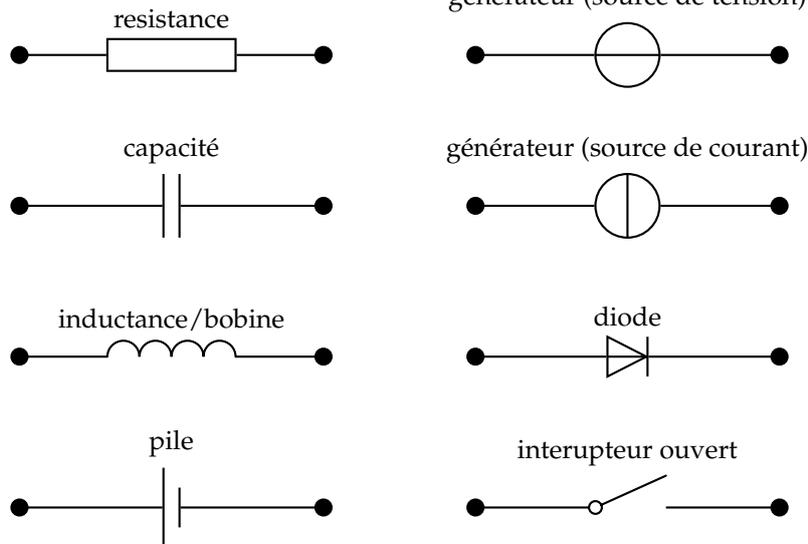
## 1 Dipôles : définition et conventions

### Définition 1.1 — Dipôle électrocinétique.

Un dipôle électrocinétique est un système physique qui possède deux contacts électriques,  $A$  et  $B$ . On le représente de façon générale par un rectangle noir.



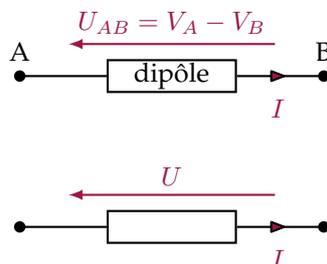
Voici ci-dessous les dipôles les plus fréquemment rencontrés en électronique :



En électricité, l'état d'un **dipôle électrocinétique** est caractérisé par deux grandeurs algébriques<sup>1</sup> :

- La **différence de potentielle** entre ses bornes  $U_{AB} = V_A - V_B$ . Elle est représentée par une flèche au dessus ou au dessous du dipôle.
- Le **courant** le traversant  $I$ . Il est représenté par une flèche sur l'une des branches du dipôle. On représente le **sens du courant** et le **sens de la tension** par des flèches opposées.
- La différence de potentiel et le courant sont reliés par une **fonction** appelée **caractéristique** du dipôle. Par exemple pour une résistance, la fonction est simple :  $U = RI$

On représente donc un dipôle  $AB$  de la façon suivante :

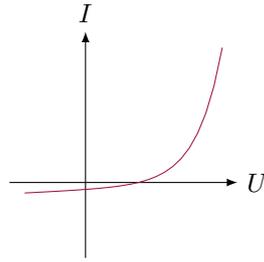


Représentation détaillée (en haut) et simplifiée (en bas) d'un dipôle quelconque

**R** Attention, il s'agit bien de  $U_{AB} = V_A - V_B$  et pas  $U_{AB} = V_B - V_A$ , comme il aurait été naturel de le faire. Cette convention est stupide, et est constamment source de confusion. Mais qui a dit que la physique devait être cohérente ?

1. Algébrique signifie que la grandeur peut être négative.

La **caractéristique** du dipôle est le lien entre tension et courant. Ce lien est représenté par une fonction, généralement  $I = f(U)$ . Voici à titre d'exemple la caractéristique d'une diode :



Caractéristique d'une diode.

## 1.1 Puissance dissipée

Lorsqu'un porteur de charge  $q$  passe du potentiel  $V_A$  à  $V_B$ , le champ électrique exerce une force sur la charge tout le long du trajet de la charge, le travail de la force électrique  $\vec{F} = q\vec{E}$  vaut :

$$W \stackrel{\text{def}}{=} \int_A^B q\vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$W = -q(V_B - V_A)$$

$$W = qU_{AB}$$

Si  $dq$  charges passent de  $V_A$  à  $V_B$  pendant  $dt$ , la quantité d'énergie fournie par l'extérieur (le travail) aux charges électriques est alors :

$$dW = dqU_{AB}$$

$$\frac{dW}{dt} = \frac{dq}{dt}U_{AB}$$

On reconnaît la puissance  $P \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dW}{dt}$  ainsi que le courant  $I \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dq}{dt}$ .  $P$  est la puissance fournie par l'extérieur au dipôle, et sera positif le système absorbe de l'énergie. On parle alors de puissance dissipée par le dipôle :

$$P_{\text{dissipée}} = I \times U_{AB}$$

C'est ce résultat qui sera utilisé comme définition opérationnelle de la puissance en électricité.

### Définition 1.2 — Puissance électrique dissipée par un dipôle.

On note **puissance électrique dissipée** par le dipôle la quantité :

$$P \stackrel{\text{def}}{=} U \times I$$

Et si le dipôle est passif (pas de pile) :

$$P_{\text{dipôle passif}} > 0$$

Une pile est capable de faire passer des charges dans le sens opposé au sens naturel (à l'encontre du champ électrique) du mouvement des charges, la puissance dans une pile n'est donc pas dissipée, mais bien fournie par la pile. Dans le cas d'un générateur, on aura donc :

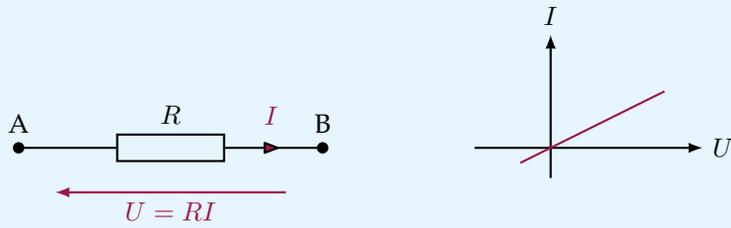
$$P_{\text{générateur}} < 0$$

## 2 Résistance

Voici par exemple, la façon dont on représente le dipôle simple qu'est la résistance.

### Définition 2.1 — La résistance.

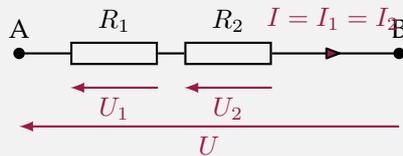
On appelle résistance un dipôle passif qui vérifie la loi d'Ohm  $U = RI$ .



Résistance et caractéristique associée.

### 2.1 Association de résistances

#### Propriétés 2.1 — Association en série.



Association en série de résistances

L'association en série de résistance vérifie :

$$U = U_1 + U_2$$

$$U = R_1 I + R_2 I$$

$$U = (R_1 + R_2) I$$

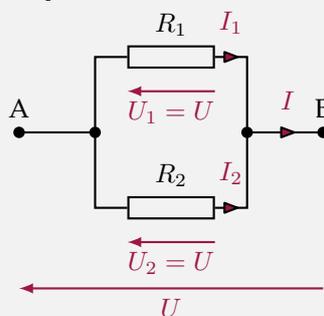
soit :

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

Et de façon générale, l'association en série de  $N$  résistance donne :

$$R_{eq} = \sum_i^N R_i$$

#### Propriétés 2.2 — Association en parallèle.



Association en parallèle de résistances

L'association en parallèle de résistance vérifie :

$$U_1 = U_2 (= U)$$
$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

alors

$$I = I_1 + I_2$$
$$I = U/R_1 + U/R_2$$
$$I = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)U$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Et de façon générale, l'association en parallèle de  $N$  résistance donne :

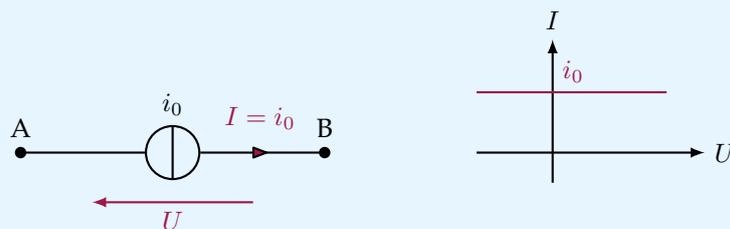
$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i^N \frac{1}{R_i}}$$

### 3 Générateur de courant/Tension

Dans ce cours, on ne rentrera pas dans le détail microscopique du fonctionnement des **dipôles actifs** (piles, dynamos, générateurs, etc). De notre point de vue, il s'agira simplement de dispositifs capables de transformer de l'énergie mécanique, chimique, etc, en énergie électrique utilisable.

#### Définition 3.1 — Source de Courant idéale.

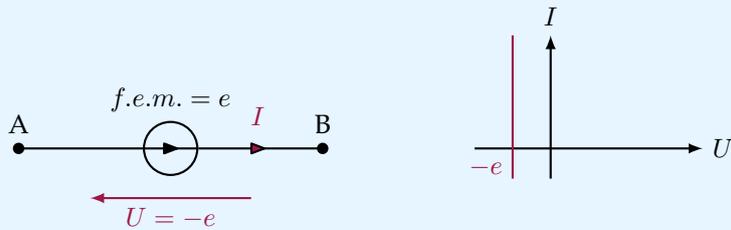
On appelle **source de courant** idéale un dipôle actif capable d'imposer un courant quel que soit la différence de potentiel à ses bornes.



Source idéale de courant et caractéristique associée.

#### Définition 3.2 — Source de Tension idéale.

On appelle **source de tension** un dipôle actif capable d'imposer une différence de potentiel à ses bornes quel que soit le courant qui le traverse. Cette différence de tension est appelée force électromotrice  $f.e.m.$ , et est souvent notée simplement  $e$ . La  $f.e.m.$  est dans le même sens que le courant :



**Source idéale de tension** et caractéristique associée.

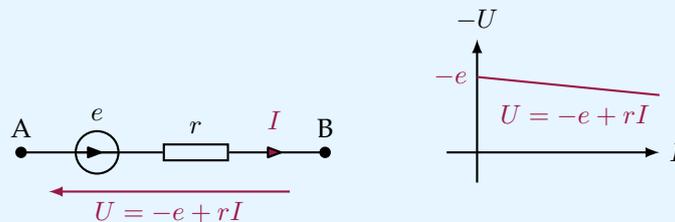
La force électromotrice  $e$  est dans le même sens que le courant. D'où  $U = -e$

Bien évidemment, il s'agit là d'**idéalis**ation de la réalité. Une pile ne pourra pas fournir une différence de tension quelque soit le courant qui lui sera demandé.

On remarque en particulier que la différence de potentiel imposée diminue à mesure que le courant demandé augmente. Cela est dû au fait qu'à mesure que le courant augmente, une partie de l'**énergie**  $e \times I$  fournie par le générateur se **dissipe** sous forme de chaleur. On modélise en fait très bien une source de tension réelle par la mise en série d'une source idéale avec une résistance interne  $r$ .

### Définition 3.3 — Source de Tension réelle.

On modélise une **source de tension réelle** par l'association d'une source de tension (idéale) en série avec une résistance :



**Source réelle de tension** et caractéristique associée.

La force électromotrice  $e$  est dans le même sens que le courant. D'où  $U = -e + rI$