

# 1 Lois des circuits électriques

## ► Les circuits électriques

Un **circuit électrique** est une boucle conductrice comprenant plusieurs **dipôles** et des fils de connexion (FIG. 1).

Les dipôles sont classés en deux catégories :

– les **générateurs** (piles, panneaux solaires, dynamos), qui fournissent l'énergie au circuit ;

– les **récepteurs** (lampes, moteurs), qui ont besoin d'énergie pour fonctionner.

Chaque dipôle est représenté schématiquement par des symboles normalisés (FIG. 2) (FICHE MÉTHODE ► p. 329).



Dans un circuit électrique (FIG. 2), on peut identifier des nœuds et des mailles :

– un **nœud** est un point de connexion entre trois fils de connexion ;

– une **maille** est une boucle fermée composée de plusieurs dipôles associés en série.

## ► Grandeurs électriques dans les circuits

Pour étudier le fonctionnement d'un circuit électrique, il est nécessaire de mesurer deux grandeurs : la **tension électrique** et l'**intensité du courant**.

Grandeur électrique	Tension	Intensité du courant
Notation	$U$	$I$
Unité et symbole	Volt (V)	Ampère (A)
Appareil de mesure et symbole normalisé	Voltmètre 	Ampèremètre 

La mesure des valeurs des tensions et des intensités des courants dans un circuit est réalisée à l'aide d'un multimètre. (FICHE PRATIQUE ► p. 316)

## ► Lois de l'électricité

Dans les circuits électriques, la tension et l'intensité vérifient des relations mathématiques appelées **lois de l'électricité**.

Pour un ensemble de dipôles associés **en série** :

- **Loi d'unicité de l'intensité** : l'intensité du courant est la même en tout point.
- **Loi d'additivité des tensions (loi des mailles)** : la tension aux bornes de l'ensemble est égale à la somme des tensions aux bornes de chaque dipôle.

### EXEMPLE

Dans un circuit série (FIG. 3), on peut écrire :  $I = I_1 = I_2$  et  $U = U_1 + U_2$ .

Pour un ensemble de dipôles associés **en dérivation** :

- **Loi d'unicité des tensions** : la tension est la même aux bornes de chaque dipôle.
- **Loi d'additivité des intensités (loi des nœuds)** : la somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en repartent.

### EXEMPLE

Dans un circuit en dérivation (FIG. 4), on peut écrire :  $U = U_1 = U_2$  et  $I = I_1 + I_2$ .

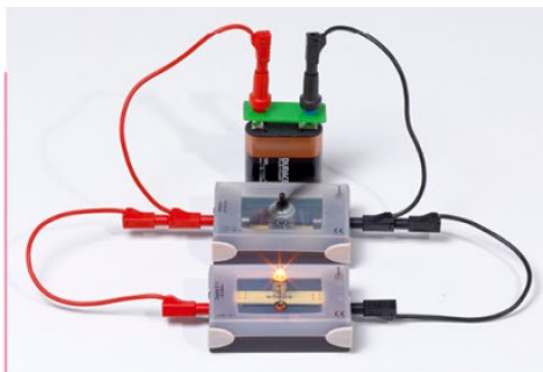


FIG. 1 Différents dipôles forment un circuit électrique.

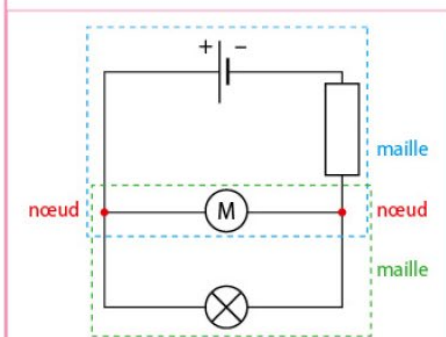


FIG. 2 Schéma normalisé du circuit électrique de la figure 1.

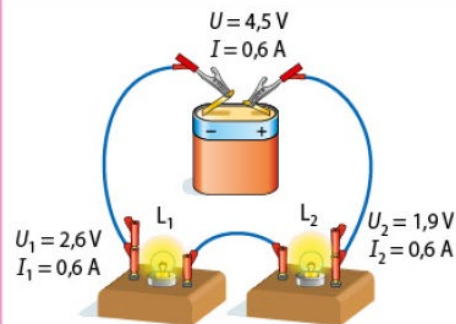


FIG. 3 Mesures de tension et d'intensité dans un circuit série.

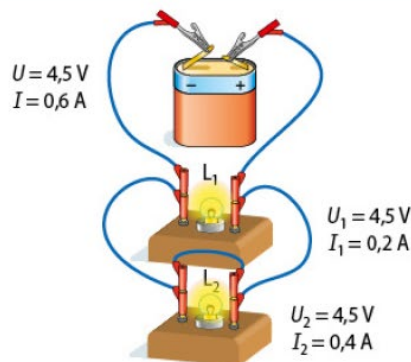


FIG. 4 Mesures de tension et d'intensité dans un circuit en dérivation.

## 2 Caractéristique d'un dipôle

### ► Conventions

La tension et l'intensité sont des grandeurs algébriques, c'est-à-dire qu'elles peuvent prendre des valeurs positives ou négatives.

L'orientation des tensions et des intensités est fixé arbitrairement par convention (FIG. 5) :

- pour un **générateur** : le courant et la tension sont orientés dans le **même sens** ;
- pour un **récepteur** : le courant et la tension sont orientés dans des **sens opposés**.

Les **signes** des tensions et des courants sont alors fixés :

- si l'intensité  $I$  est orientée de la borne + à la borne - du générateur, alors elle est positive ;
- en convention **générateur**,  $U$  et  $I$  ont le même signe s'ils ont la **même orientation** ;
- en convention **récepteur**,  $U$  et  $I$  ont le même signe s'ils ont des **orientations opposées**.

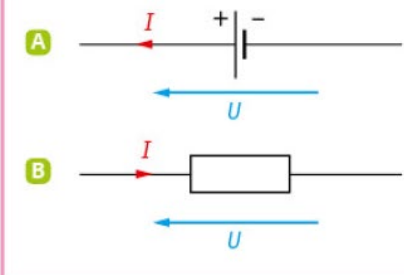


FIG. 5 Convention générateur A et convention récepteur B.

### ► Caractéristique tension-intensité d'un dipôle

La **caractéristique** d'un dipôle est l'ensemble des couples de valeurs ( $U$  ;  $I$ ) possibles pour ce dipôle. Chaque point de la caractéristique d'un dipôle est appelé **point de fonctionnement**.

La caractéristique d'un dipôle permet de connaître les conditions de fonctionnement d'un dipôle : à une valeur de la tension  $U$  correspond une unique valeur de l'intensité  $I$  du courant, et réciproquement.

#### EXEMPLE

La caractéristique d'une diode (FIG. 6) est obtenue en représentant la variation de l'intensité du courant en fonction de la tension entre ses bornes. Elle montre que si la tension aux bornes de la diode vaut  $U_{AB} = 1,0$  V, alors elle sera parcourue par un courant d'intensité  $I_{AB} = 125$  mA. Ces valeurs correspondent aux coordonnées du point P.

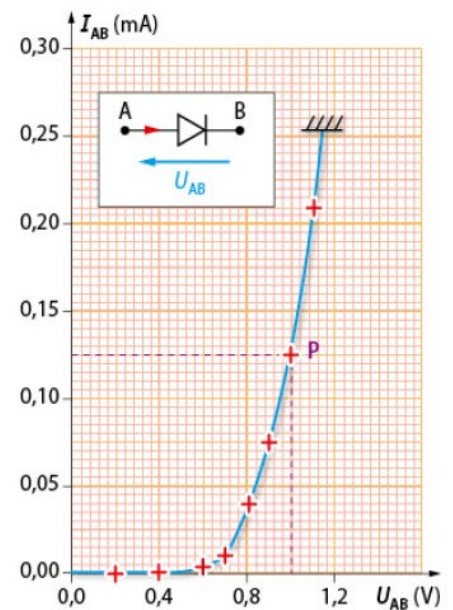


FIG. 6 Caractéristique tension-intensité d'une diode :  $I_{AB} = g(U_{AB})$ .

Pour représenter une caractéristique, deux graphiques équivalents peuvent être réalisés :

- la **caractéristique intensité-tension** pour la variation de la tension  $U_{AB}$  aux bornes d'un dipôle en fonction de l'intensité  $I_{AB}$  du courant qui le traverse :

$$U_{AB} = f(I_{AB})$$

- la **caractéristique tension-intensité** pour la variation de l'intensité  $I_{AB}$  du courant dans un dipôle en fonction de la tension  $U_{AB}$  à ses bornes :

$$I_{AB} = g(U_{AB})$$

### ► Limites de fonctionnement d'un dipôle

Les caractéristiques des dipôles sont des courbes limitées. Les valeurs minimales et maximales définissent le **domaine de fonctionnement** du dipôle. Il est impératif de ne pas dépasser ces limites pour éviter d'endommager le dipôle (FIG. 7).

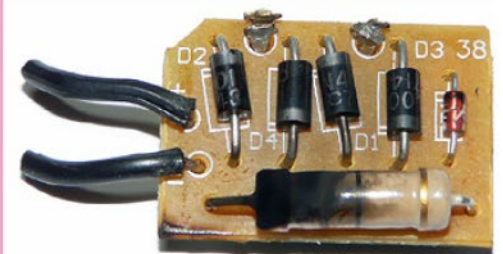


FIG. 7 Dipôle endommagé par un fonctionnement hors des limites de fonctionnement.

#### EXEMPLE

Sur la caractéristique précédente (FIG. 6), la limite maximale de fonctionnement est représentée par un petit trait hachuré. Il indique que la tension aux bornes de cette diode ne doit pas dépasser 1,2 V et que le courant qui la traverse doit être inférieur à 300 mA.



# 3 Conducteurs ohmiques et capteurs

## ► Composants à comportement ohmique

À température constante, la tension aux bornes de certains dipôles varie linéairement en fonction de l'intensité du courant qui les traversent (FIG. 8). Ces dipôles sont appelés conducteurs ohmiques.

La caractéristique tension-intensité d'un **conducteur ohmique** est une droite passant par l'origine.

## ► Loi d'Ohm

La caractéristique d'un conducteur ohmique (FIG. 8) peut être modélisée par une fonction linéaire.

La tension  $U_{AB}$  aux bornes d'un conducteur ohmique parcourue par un courant d'intensité  $I_{AB}$  s'écrit :

$$U_{AB} = R \cdot I_{AB}$$

résistance du conducteur ohmique (en  $\Omega$ )

intensité du courant dans le conducteur ohmique (en A)

tension aux bornes du conducteur ohmique (en V)

La **résistance** est un coefficient de proportionnalité qui correspond au coefficient directeur de la caractéristique.

**EXEMPLE** Le coefficient directeur de la caractéristique vaut (FIG. 8) :

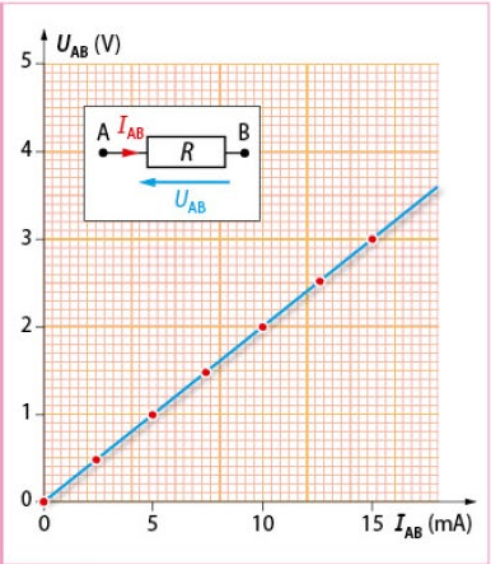
$$\frac{3}{15 \times 10^{-3}} = 200 \Omega$$

On dit que ce conducteur ohmique a une résistance  $R$  de  $200 \Omega$ .

La résistance d'un conducteur ohmique peut être mesurée à l'aide d'un multimètre en mode **ohmmètre**.

## ► Capteurs résistifs

Certains dipôles présentent la particularité d'avoir une résistance qui dépend d'une grandeur physique liée à leur environnement : température, intensité lumineuse, pression... Ces dipôles sont largement utilisés comme **capteurs** dans des applications technologiques courantes.



**FIG. 8** Caractéristique intensité-tension d'un conducteur ohmique :  $U_{AB} = f(I_{AB})$ .

### POUR VISUALISER






Une animation sur la loi d'Ohm en lien avec la caractéristique.

### UN PONT VERS LES MATHS

#### Fonction linéaire

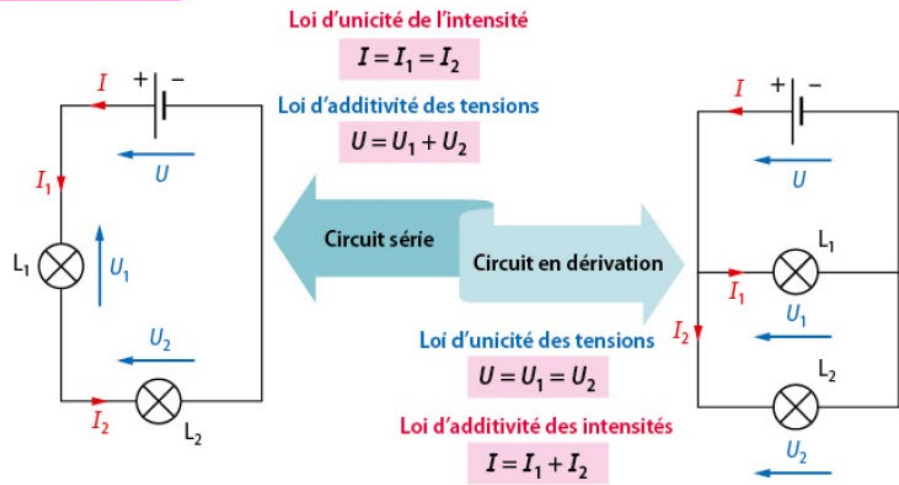
Une fonction linéaire est représentée par une droite qui passe par l'origine du repère (O ; x, y).

Son équation s'écrit  $y = a \cdot x$  où  $a$  est le coefficient directeur de la droite.

<b>Exemple de dipôle</b>			
	<b>Photorésistance</b>	<b>Thermistance</b>	<b>Jauge de contrainte</b>
<b>Paramètre d'influence</b>	Éclairement	Température	Pression
<b>Variation de la résistance</b>	Augmente avec la luminosité	Diminue quand la température augmente	Augmente avec la pression subie
<b>Applications technologiques</b>	Allumage automatique de l'éclairage, ouverture automatique des portes, mise en route d'un système d'alarme...	Thermomètre, thermostat d'ambiance, détecteur d'incendie...	Balance électronique, capteur de déformation, mesure de pression...

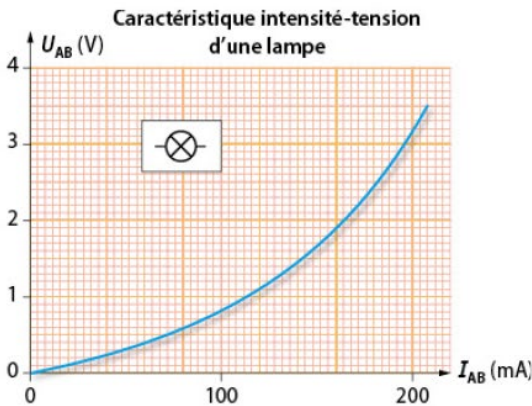
## 1 Lois des circuits électriques

- La **tension électrique** se mesure avec un voltmètre, son unité est le volt (V).
- L'**intensité du courant** se mesure avec un ampèremètre, son unité est l'ampère (A).
- Ces deux grandeurs vérifient les **lois des circuits électriques**.
- Des dipôles en série forment une **maille**.
- Des dipôles en dérivation sont reliés par des **nœuds**.

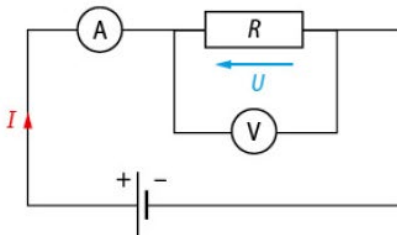


## 2 Caractéristique d'un dipôle

- Lorsque l'on mesure la tension aux bornes d'un dipôle et l'intensité du courant qui le traverse, on obtient un couple  $(I_{AB}; U_{AB})$  qui est un **point de fonctionnement** du dipôle. L'ensemble des points de fonctionnement d'un dipôle constitue la **caractéristique** de ce dipôle. Elle prend la forme d'un graphique  $U_{AB} = f(I_{AB})$  ou  $I_{AB} = g(U_{AB})$ .

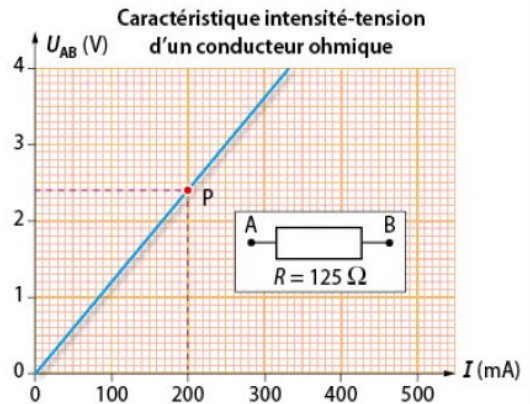


- Les points de fonctionnement sont mesurés à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre.



## 3 Conducteurs ohmiques et capteurs




- Un conducteur ohmique est caractérisé par sa **résistance électrique R** dont l'unité est le **ohm ( $\Omega$ )**.
- La caractéristique intensité-tension d'un conducteur ohmique est **une droite passant par l'origine** dont le coefficient directeur est égal à la résistance R.
- Il existe une relation linéaire entre l'intensité et la tension d'un conducteur, appelée **loi d'Ohm** :



résistance (en  $\Omega$ )

tension (en V) →  $U = R \cdot I$  ← intensité (en A)

- Certains matériaux ont une résistance qui dépend de **paramètres d'influence**. Ils sont utilisés comme **capteurs** et permettent de mesurer des grandeurs diverses.

Paramètres d'influence		
Éclairage	Température	Pression
		
<b>Photorésistance</b>	<b>Thermistance</b>	<b>Jauge de contrainte</b>