

Chapitre 9 : l'électricité et les lois de l'électricité

Introduction

Les symboles en électricité permettent de visualiser rapidement la composition d'un circuit et ce, malgré les talents (parfois limités) du dessinateur.

Dipôle	Symbole
Pile	
Générateur	
Lampe	
Moteur	
Résistance	
D.E.L.	
Interrupteur ouvert	
Interrupteur fermé	

Définitions

- Un dipôle est un appareil électrique qui a deux pôles (di-pôle) c'est-à-dire qui sera branché à deux fils.
- Un nœud correspond à la borne d'un dipôle à laquelle au moins deux fils de connexion sont reliés.
- Une branche est une portion de circuit délimitée par deux nœuds.
- Une boucle désigne un circuit ou un morceau de circuit qui est fermé et dont les dipôles sont reliés les uns à la suite des autres.
- Dans un *circuit en série*, tous les dipôles sont branchés en série, c'est-à-dire les uns à la suite des autres. L'électricité ne peut alors passer que par un seul chemin.
- Dans un *circuit avec dérivation*, il y a au moins un nœud et deux dipôles au moins sont en dérivation. L'électricité peut ainsi passer par plusieurs chemins.

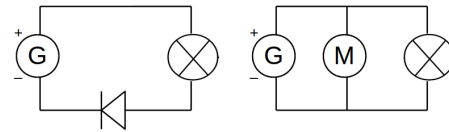


Figure 1: À gauche, un circuit en série et à droite, un circuit en dérivation.

1 Les grandeurs en électricité

1.1 Explication microscopique de l'électricité

Pourquoi un matériau conduit l'électricité et un autre ne la conduit pas ? L'explication est microscopique, et même nanoscopique. Nous avons vu dans le chapitre 1 que les atomes sont constitués d'un noyau et d'électrons qui tournent autour. Dans certains matériaux, les électrons peuvent "sauter" d'atome en atome, de proche en proche. L'humain ne peut bien sûr pas voir ces électrons à l'œil nu mais comme ces électrons sont chargés électriquement (ils sont négatifs), il perçoit le mouvement de ces charges (s'il met le doigts sur la clôture). C'est le courant électrique.

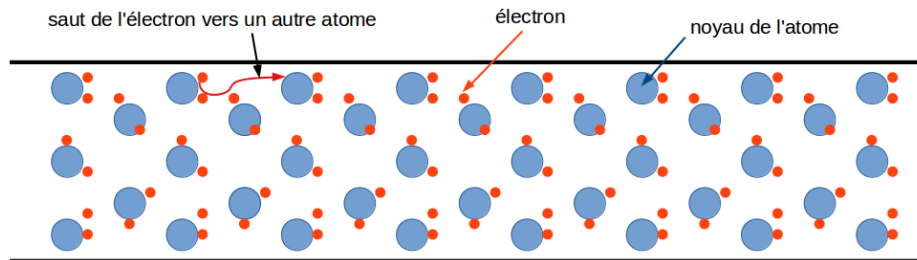


Figure 2: Schématisation microscopique d'un fil de fer. Les électrons, chargés négativement, sautent d'atome en atome : c'est le courant électrique.

1.2 Tension et intensité

Deux grandeurs sont très importantes et différentes en électricité : la tension et l'intensité. Elles sont *différentes* et il faut bien comprendre leur différence.

L'intensité se note I ou i et se mesure en ampère (de symbole A) avec un ampèremètre.

L'intensité qui traverse un appareil électrique se rapporte au nombre d'électrons qui traverse cet appareil en une seconde. Pour mesurer l'intensité d'un courant électrique, il faut donc placer l'ampèremètre juste avant ou juste après le dipôle dont on veut mesurer le courant électrique. En quelque sort, l'ampèremètre compte les électrons qui passent à travers l'appareil en une seconde ce qui lui permet de mesurer l'intensité.

Le symbole d'un ampèremètre est un rond dans lequel il y a un "A". Si les électrons se déplacent de la borne $-$ à la borne $+$ de la pile puisqu'ils sont attirés par les charges négatives, l'intensité, *par définition*, est dirigée de la borne $+$ vers la borne $-$.

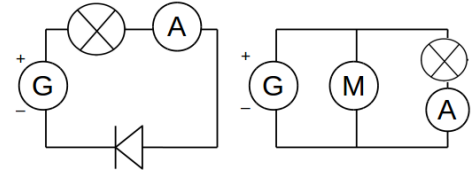


Figure 3: l'ampèremètre est placé ci-dessus juste après la lampe afin de mesurer l'intensité qui la traverse.

La tension électrique se note U et se mesure volt (V) avec un voltmètre.

La tension s'appelle également la différence de potentiel. Dans un circuit, le courant électrique a un certain potentiel : la pile ou le générateur donne un certain potentiel aux électrons ce qui leur permet d'alimenter les appareils du circuit électrique. La tension représente donc soit le gain de potentiel de ces électrons (par exemple dans une pile, un générateur) soit la perte de potentiel (par exemple dans une lampe ou un moteur). Pour mesurer une tension, il faut donc brancher chaque fil du voltmètre de chaque côté de l'appareil dont on mesure la tension. Ainsi, le voltmètre fait la différence de potentiel entre *avant* et *après* le passage des électrons dans l'appareil électrique.

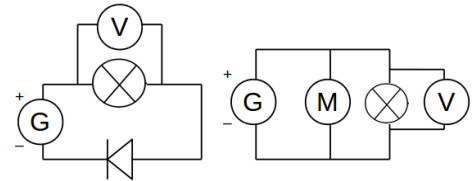


Figure 4: les fils reliés au voltmètre sont reliés de chaque côté de l'appareil dont on veut mesurer la tension électrique.

2 Les lois de l'électricité

2.1 Intensité dans une branche

Dans un circuit en série ou dans une même branche d'un circuit, l'intensité est la même partout. Pour le circuit ci-contre, cette loi s'écrit mathématiquement

$$i_1 = i_2 = i_3 \quad (1)$$

Logique ! Dans ce cas, tous les électrons doivent prendre le même chemin. Ils sont comme des humains collés dans un couloir de métro. Si celui tout à l'avant avance de 3 pas, alors celui derrière avance lui aussi de 3 pas. Le nombre d'humains qui rentre sur l'escalator est le même que le nombre qui en sort.

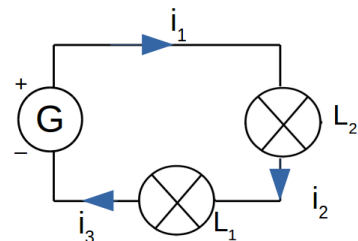


Figure 5: Schéma électrique.

2.2 Intensité à un nœud

À un nœud, la somme des courants qui arrivent est égale à la somme de ceux qui en partent. Pour le circuit ci-contre, cette loi s'écrit mathématiquement

$$i_1 = i_2 + i_3 \quad \text{et} \quad i_2 + i_3 = i_4 \quad (2)$$

Logique ! Reprenons notre couloir de métro grouillant d'humains. Si 1000 personnes arrivent à une intersection et que 700 prennent le premier chemin, alors les 300 autres prennent le second.

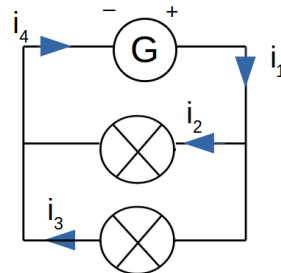


Figure 6: Schéma électrique.

2.3 Tension dans un circuit en série

Dans un circuit en série, la tension fournie par le générateur se répartie entre les différents dipôles.

$$U_G = U_L + U_d \quad (3)$$

Logique ! Les électrons passent par les deux dipôles : la lampe et la diode. Ils utilisent donc une partie de leur potentiel pour alimenter le premier appareil puis une autre partie pour alimenter le deuxième.

Dans ce cas, il faut donc identifier quels sont les dipôles qui fournissent l'électricité et quels sont ceux qui la consomment et ensuite utiliser soigneusement cette loi.

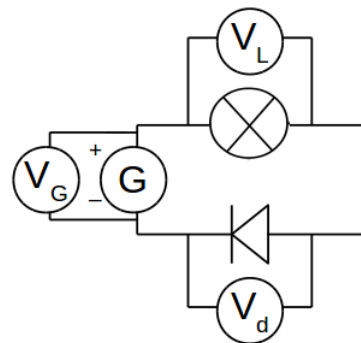


Figure 7: Schéma électrique.

2.4 Tension dans un circuit en dérivation

Dans un circuit en dérivation, la tension fournie par le générateur est la même partout pour tous les appareils.

$$U_G = U_L = U_M \quad (4)$$

Logique ! Cette fois-ci, les électrons passent par une lampe OU par le moteur : il utilisent ainsi tout leur potentiel pour alimenter un appareil. La tension aux bornes de la lampe est donc la même que celle de aux bornes du moteur.

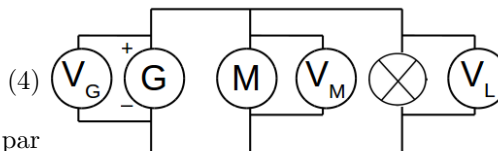


Figure 8: Schéma électrique.

3 La résistance et la loi d'Ohm

3.1 La résistance

Une résistance, dont le symbole est R, est un dipôle qui *résiste* au passage du courant. Son unité est le Ohm, dont le symbole est Ω .

Exemple: la résistance R de ce dipôle est $R = 230\Omega$.

Plus la résistance d'un dipôle est grande, plus cela signifie que ce dipôle résiste au passage du courant.

Lorsque les électrons se déplacent, ils frottent les atomes qui restent en place. Ces frottements génèrent de la chaleur tout comme le frottement des mains permet de se réchauffer. Cet effet s'appelle **l'effet Joules**.



Figure 9: Photo d'une résistance. Les traits de différentes couleurs permettent de connaître la résistance. On peut aussi utiliser un ohmmètre, appareil qui permet de mesurer la résistance d'un dipôle.

3.2 La loi d'Ohm

Une relation mathématique relie la tension aux bornes d'une résistance à l'intensité qui la traverse. Nous allons donc avec le générateur délivrer différentes tensions et mesurer la tension aux bornes de la résistance ainsi que l'intensité qui la traverse.

Expérience : on réalise le circuit dont le schéma est ci-contre. Le voltmètre ainsi placé permet de mesurer la tension aux bornes de la résistance. De plus, le voltmètre possède une résistance ÉNORME ce qui fait qu'il se comporte comme un *mur infranchissable* pour les électrons. Cela signifie que l'intensité du courant qui rentre dans le voltmètre est nul et donc que le courant qui traverse l'ampèremètre est le même que celui qui traverse la résistance. L'ampèremètre mesure donc bien l'intensité traversant la résistance.

Observation : on peut lire sur la résistance $R = 470\Omega$.

En utilisant les différentes tensions proposées par le générateur, on soumet le circuit à 6 tensions différentes. Les données relevées par le voltmètre et l'ampèremètre sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tension U (V)	3	4,5	6	7,5	9	12
Intensité I (mA)	6	9,4	12,4	15,9	19,7	25,5

Table 1: Intensité et tension relevées aux bornes de la résistance dans le montage de l'expérience.

Sur le graphe ci-contre, on a tracé l'évolution de la tension U aux bornes de la résistance en fonction de l'intensité qui la parcourt. Après avoir placé tous les points, on remarque qu'il est possible de tracer une droite qui passe à *peu près* par chaque point. Cette droite passe également par l'origine : c'est le modèle linéaire. Cela signifie que la tension et l'intensité sont proportionnels aux bornes d'une résistance. On en déduit donc que

$$U = \text{constante} \times I \quad (5)$$

Grâce à un logiciel, on peut trouver la pente qu'à la courbe c'est à dire la valeur de la constante de l'équation 5. Il se trouve que cette valeur est 470V/mA . On en déduit que la résistance est le facteur de proportionnalité entre l'intensité qui la traverse et la tension à ses bornes. C'est la loi d'Ohm !

Loi d'Ohm : $U = R \times I$ et donc aussi $I = \frac{U}{R}$ et enfin $R = \frac{U}{I}$

(6)

Références

- [1] Landau S., *L'intensité du courant électrique*, pccollege.fr, consulté le 5 décembre 2019.
- [2] Landau S., *L'intensité électrique et La tension électrique*, Électricité 2012-2013, physikos.free.fr, consulté le 6 décembre 2019.
- [3] Leparoux T., *Résistance et loi d'Ohm*, Électricité 2012-2013, physikos.free.fr, consulté le 23/03/2020.
- [4] Meneret Noisette D. *et al*, *Physique-Chimie Quatrième*, 2017, Magnard.

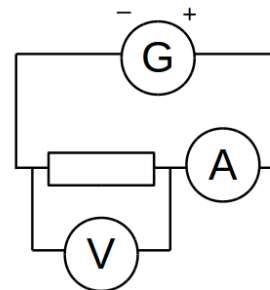


Figure 10: Circuit électrique de l'expérience. Le voltmètre permet de mesurer la tension aux bornes de la résistance quand l'ampèremètre permet de mesurer l'intensité qui la traverse.

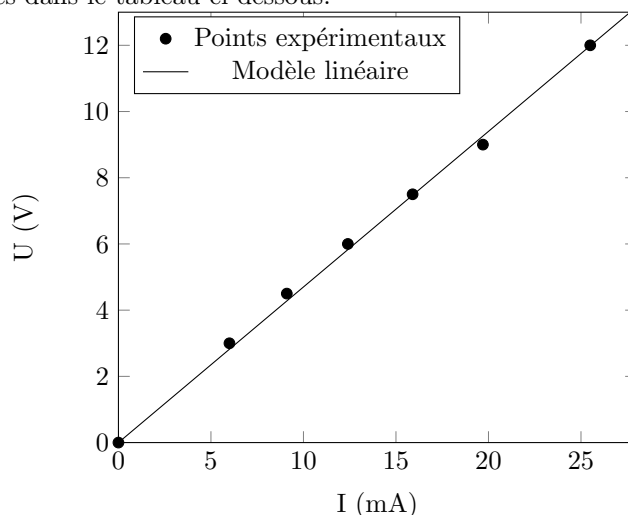


Figure 11: Évolution de la tension U aux borne de la résistance en fonction de l'intensité I qui la traverse.

- [5] Jean-Paul Matthieu, Alfred Kastler, and Pierre Fleury. *Dictionnaire de physique*. Number BOOK. Masson, 1985.
- [6] C'est pas sorcier. L'électricité, 2007.
- [7] C'est pas sorcier. Électricité, quand les branchés disjonctent, 2007.

Attendus de l'élève

À la fin de ce chapitre, l'élève devra

- connaître et savoir utiliser les dipôles suivants : pile, générateur, moteur, résistance, DEL, diode, interrupteur ouvert et fermé.
- connaître les définitions du vocabulaire (nœud, branche, circuit en série, dipôles en dérivation, boucle.
- connaître l'explication microscopique de la conduction électrique,
- savoir que l'intensité se mesure en ampère avec un ampèremètre,
- savoir que la tension se mesure en volt avec un voltmètre,
- connaître la loi concernant l'intensité dans un circuit en série ou dans une branche d'un circuit,
- connaître la loi concernant l'intensité à un nœud,
- connaître la loi concernant la tension dans un circuit en série,
- connaître la loi concernant la tension dans un circuit en dérivation,
- connaître et manipuler le vocabulaire suivant : ohm, ohmmètre, résistance,
- savoir pourquoi un fil traversé par un courant électrique émet de la chaleur,
- savoir expliquer l'origine microscopique de l'effet Joules,
- savoir ce qu'est la loi d'Ohm et l'utiliser.