

CH P8 - Signaux et capteurs

Programme officiel :

Ondes et signaux

3. Signaux et capteurs

Les signaux électriques sont très présents dans la vie quotidienne. L'électricité est un domaine riche tant sur le plan conceptuel qu'expérimental, mais délicat à appréhender par les élèves car les grandeurs électriques ne sont pas directement "perceptibles". Aussi doit-on particulièrement veiller à préciser leur signification physique et à leur donner du sens, dans la continuité des enseignements du collège. Outre les principales lois, le programme met l'accent sur l'utilisation et le comportement de dipôles couramment utilisés comme capteurs.

Les champs d'application peuvent relever des transports, de l'environnement, de la météorologie, de la santé, de la bioélectricité, etc., où de nombreux capteurs associés à des circuits électriques sont mis en œuvre pour mesurer des grandeurs physiques et chimiques. Le volet expérimental de cet enseignement fournira l'occasion de sensibiliser les élèves aux règles de sécurité et de les amener à utiliser des multimètres, des microcontrôleurs associés à des capteurs, des oscilloscopes, etc.

Notions abordées au collège (cycle 4)

Circuits électriques, dipôles en série, dipôles en dérivation, boucle, unicité de l'intensité dans un circuit série, loi d'additivité des tensions, loi d'additivité des intensités, loi d'Ohm, règles de sécurité, énergie et puissance électriques.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Loi des nœuds. Loi des mailles.	Exploiter la loi des mailles et la loi des nœuds dans un circuit électrique comportant au plus deux mailles. <i>Mesurer une tension et une intensité.</i>
Caractéristique tension-courant d'un dipôle. Résistance et systèmes à comportement de type ohmique. Loi d'Ohm.	Exploiter la caractéristique d'un dipôle électrique : point de fonctionnement, modélisation par une relation $U = f(I)$ ou $I = g(U)$. Utiliser la loi d'Ohm. <i>Représenter et exploiter la caractéristique d'un dipôle.</i> Capacité numérique : représenter un nuage de points associé à la caractéristique d'un dipôle et modéliser la caractéristique de ce dipôle à l'aide d'un langage de programmation. Capacités mathématiques : identifier une situation de proportionnalité.
Capteurs électriques.	Citer des exemples de capteurs présents dans les objets de la vie quotidienne. <i>Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur électrique résistif. Produire et utiliser une courbe d'étalonnage reliant la résistance d'un système avec une grandeur d'intérêt (température, pression, intensité lumineuse, etc.).</i> <i>Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur.</i>

CH P8 - Signaux et capteurs

1. Circuits électriques (rappels de collège)

1.1. Les circuits

Un circuit électrique est représenté par un schéma normalisé constitué de symboles normalisés.

Voici quelques symboles :

Pile	Lampe	Interrupteur ouvert	Interrupteur fermé	Moteur	Résistance	Diode	DEL

Générateur de tension continue réglable.

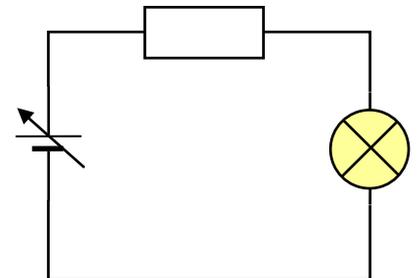
Ampèremètre

Voltmètre

Il existe deux façons de brancher les dipôles : en série ou en dérivation.

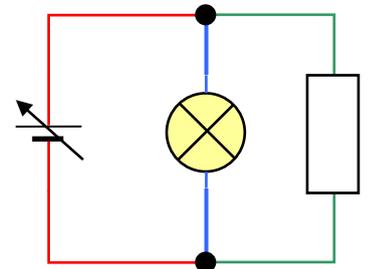
Le circuit série :

Dans un circuit série, les dipôles sont branchés les uns à la suite des autres. Un circuit série ne comporte **qu'une seule boucle**. L'ordre des dipôles dans un circuit série n'a pas d'importance.



Le circuit dérivation :

Un circuit comportant des dérivations contient une branche principale (celle du générateur) et des branches dérivées, les dipôles forment donc **plusieurs boucles**. Les points de jonction entre les différentes branches sont appelés des **nœuds**.



1.2. Intensité et tension

Intensité :

L'intensité du courant correspond à la quantité d'électricité qui circule dans un circuit. Elle se note **I** et son unité est l'**ampère** de symbole **A**. L'intensité du courant se mesure avec un **ampèremètre** branché **en série** entre ses bornes **A** et **COM**.

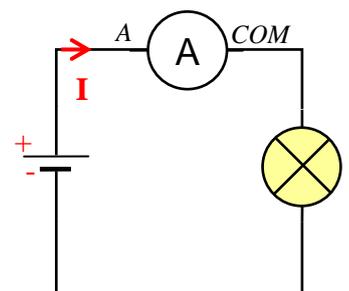


Schéma du circuit :

Tension :

La tension est une différence d'état électrique entre deux points. Elle se note **U** et son unité est le **volt** de symbole **V**. La tension se mesure avec un **voltmètre** branché **en dérivation** entre ses bornes **V** et **COM**.

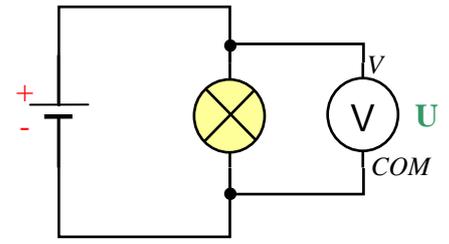
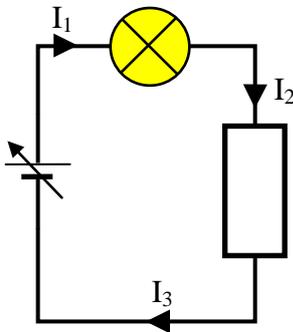


Schéma du circuit :

1.3. Les lois

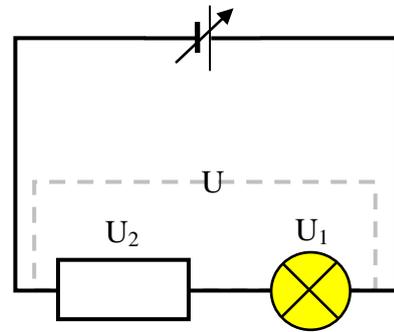
Par convention, à l'extérieur du générateur, le courant électrique va de la borne positive à la borne négative (mais ce sont les électrons libres dans les matériaux conducteurs qui circulent de la borne négative vers la borne positive).

Dans le circuit série :



Loi d'unicité des intensités

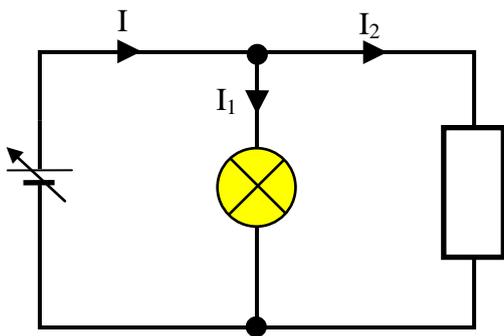
$I_1 = I_2 = I_3$



Loi des mailles (loi d'additivité des tensions)

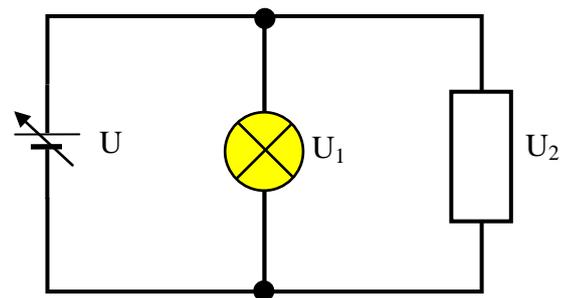
$U = U_1 + U_2$

Dans le circuit en dérivation :



Loi des nœuds (loi d'additivité des intensités)

$I = I_1 + I_2$



Loi d'unicité des tensions

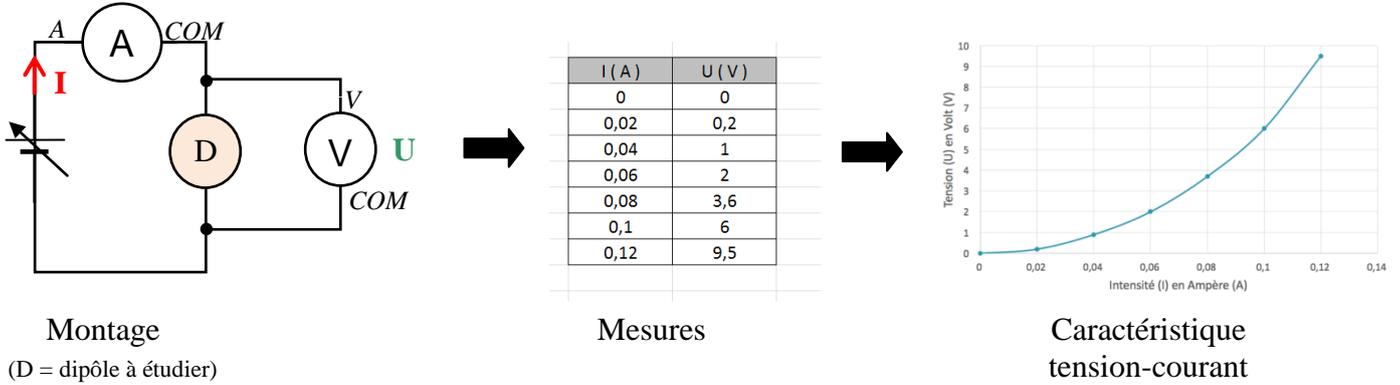
$U = U_1 = U_2$

2. Caractéristique d'un dipôle

2.1. Tracé de la caractéristique d'un dipôle

Tracer la **caractéristique tension-courant** d'un dipôle consiste à tracer le graphique de la tension U aux bornes d'un dipôle en fonction de l'intensité I qui le traverse.

Le principe expérimental permettant de réaliser cette caractéristique peut se schématiser ainsi :



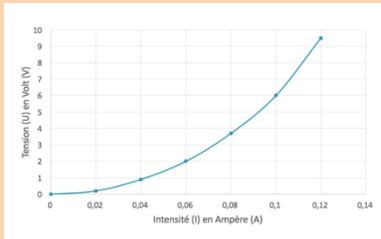
Montage
(D = dipôle à étudier)

Mesures

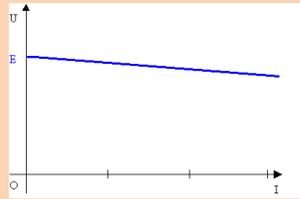
Caractéristique tension-courant

Remarque : La caractéristique tension-courant montre U en fonction de I : $U = f(I)$; mais pour certains dipôles il est d'usage de montrer la caractéristique courant-tension donc I en fonction de U : $I = g(U)$.

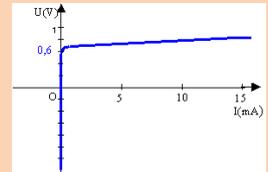
Exemples : Quelques caractéristiques de dipôles simples



Lampe



Pile



Diode

Une fois la caractéristique tracée, on cherche l'équation mathématique qui correspond à la courbe. On dit qu'on **modélise la caractéristique**.

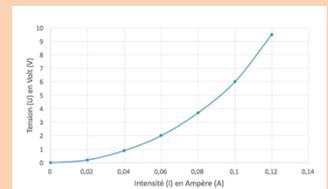
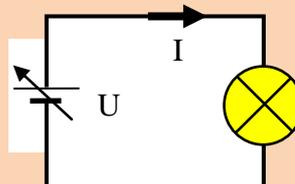
2.2. Point de fonctionnement

Lorsqu'on alimente un récepteur électrique avec un générateur, le courant se stabilise après fermeture du circuit et un équilibre se crée entre le générateur et le récepteur. Le **point de fonctionnement** correspond à l'équilibre de la tension et du courant de ces deux éléments.

Le point de fonctionnement correspond à un des points de la courbe.

Exemple :

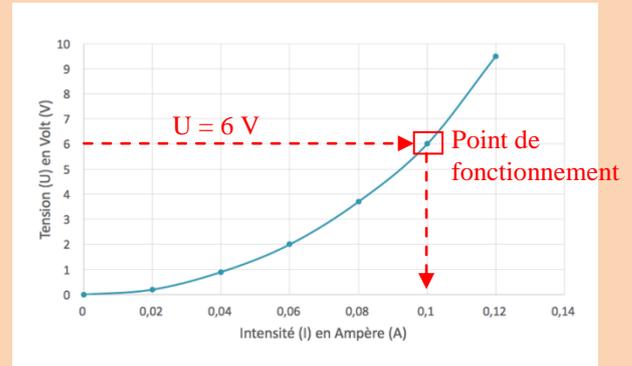
Considérons le montage suivant et la caractéristique tension-courant de la lampe :



Si le générateur (idéal) fournit une tension $U = 6 \text{ V}$ alors la lampe sera parcourue par un courant de $0,1 \text{ A}$.

Le point de la courbe ayant pour coordonnées $(0,1 ; 6)$ est le point de fonctionnement.

Bien sûr, si le générateur fournit une autre tension alors il y aura un autre point de fonctionnement.



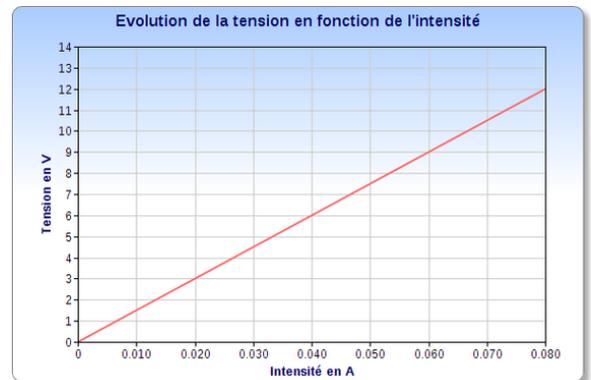
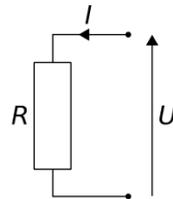
2.3. Loi d'Ohm (rappels de collège)

Le dipôle « **Résistance** » que l'on devrait nommer **conducteur ohmique** est un dipôle intéressant car sa caractéristique tension-courant montre une **droite qui passe par l'origine**.

Ainsi, la tension à ses bornes est **proportionnelle** au courant qui le traverse.
L'équation de cette droite correspond à la loi d'ohm :

$$U = R \times I$$

Avec :
 U : tension (V)
 R : résistance (Ω)
 I : intensité (A)



3. Capteurs électriques

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable comme une tension électrique. Cette tension peut alors être mesurée par un dispositif comme un microcontrôleur qui pourra alors agir en actionnant d'autres dispositifs.

Pour pouvoir utiliser un capteur, il faut connaître la correspondance entre la valeur de la grandeur physique d'intérêt (exemple : température = $20 \text{ }^\circ\text{C}$) et la valeur de la grandeur électrique mesurée (exemple : tension = $2,34 \text{ V}$).
 Pour cela on réalise une **courbe d'étalonnage** qui fera le lien entre les deux grandeurs.

Une photodiode, une photorésistance, une thermistance sont des exemples de capteurs utilisés au lycée.

