

Activité expérimentale : Caractéristique d'une pile- rendement

La pile ne possède pas d'énergie électrique en stock ; c'est un réservoir d'énergie chimique. Elle convertit cette énergie chimique en énergie électrique directement utilisable (énergie utile) et en énergie thermique (chaleur qui est souvent perdue). On dit que la pile est un convertisseur d'énergie. La conversion de l'énergie chimique en énergie électrique n'a lieu qu'à la demande, c'est-à-dire quand la pile est reliée à un circuit électrique fermé.

Comment estimer le rendement d'une pile?

Document 1 : mesures dans un circuit électrique

S'il n'y a pas de sens particulier pour brancher un multimètre numérique, le sens de branchement choisi et le signe de la valeur mesurée donne des indications sur le circuit.

- Utilisé en **voltmètre**, le multimètre se branche **en dérivation**. Après avoir choisi un calibre adapté, les bornes « V » et « COM » du multimètre se branchent aux bornes A et B du dipôle pour lequel on mesure la tension électrique notée U_{AB} . Lorsqu'il est branché aux bornes d'un générateur, si la valeur indiquée est positive c'est que la borne + du générateur est reliée à la borne V du voltmètre.
- Utilisé en **ampèremètre**, le multimètre se branche **en série**. Après avoir choisi un calibre adapté, il faut ouvrir le circuit en débranchant un fil relié au dipôle pour lequel on veut connaître l'intensité du courant. Le fil débranché doit être relié à la borne « mA » ou « COM » du multimètre et on doit refermer le circuit en reliant la borne « COM » ou « mA » du multimètre au dipôle. Si la valeur indiquée est positive c'est que le courant conventionnel entre dans l'ampèremètre par la borne A.
- Le **calibre** à choisir est celui qui est immédiatement supérieur à la valeur mesurée. Si le multimètre affiche **1**, cela signifie que le calibre est trop petit.

Document 2 : caractéristique d'un dipôle

Pour analyser le fonctionnement d'un dipôle, on utilise sa « caractéristique » c'est-à-dire la courbe représentant l'évolution de la tension en fonction de l'intensité du courant qui traverse ce dipôle.

Caractéristique d'un conducteur ohmique

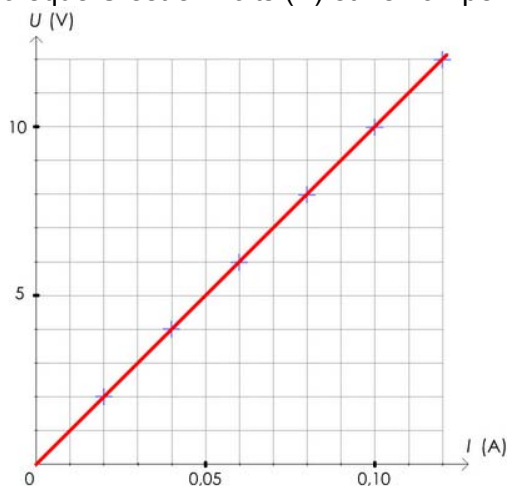
La courbe obtenue est une droite passant par l'origine.

Les grandeurs U et I sont donc proportionnelles.

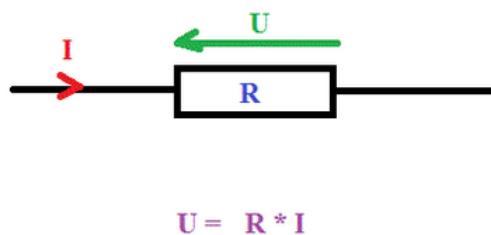
Le rapport U/I est le coefficient de proportionnalité c'est aussi le coefficient directeur de la droite qui correspond à la valeur de la résistance R

Dans notre exemple, ce rapport vaut 100.

Lorsque U est en volts (V) et I en ampères (A), le rapport est exprimé en ohms (Ω). Ici $R = 100\Omega$



Loi d'Ohm



Travail1 : La caractéristique d'une pile.

Matériel à disposition : pile 4,5V, résistance de protection $R_p=10\Omega$, résistance R variable de 0 à 1000Ω , multimètres, interrupteur.

- Proposer le schéma d'un montage permettant de tracer la caractéristique d'une pile, c'est-à-dire la courbe représentant la tension U_{pile} aux bornes de cette pile en fonction de l'intensité I_{pile} du courant qu'elle crée.
- Réaliser le circuit schématisé après validation par le professeur.

- Ouvrir le logiciel ESAO_PHY, dans tableau créer les 2 grandeurs I_{pile} (A) et U_{pile} (V)
- Pour différentes valeurs de résistance R décroissantes : (de 1000 à 100 Ω)
 - o mesurer la tension U_{pile} et l'intensité I_{pile} ,
 - o compléter les 2 colonnes du tableau,
 - o recommencer pour une autre valeur de R .
- Tracer la caractéristique de la pile, c'est-à-dire la courbe représentant la tension U_{pile} en fonction de l'intensité I_{pile} .
- Modéliser la courbe obtenue.
- Cette équation peut se mettre sous la forme $U_{\text{pile}} = E - r \cdot I_{\text{pile}}$ où
 - o E est appelée force électromotrice de la pile. Elle s'exprime en V.
 - o r est la résistance interne de la pile. Elle s'exprime en Ω
- En déduire les valeurs de E et r .
- A quoi correspond l'indication de l'étiquette de la pile « 4,5 V » ?
- Que vaut U_{pile} quand le circuit est ouvert c'est-à-dire quand $I_{\text{pile}} = 0$?

Travail 2 : Circuit électrique en charge.

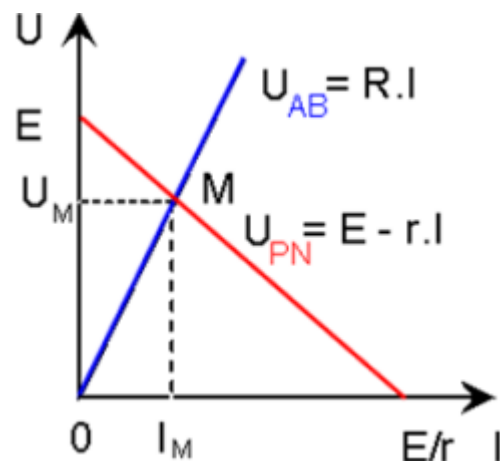
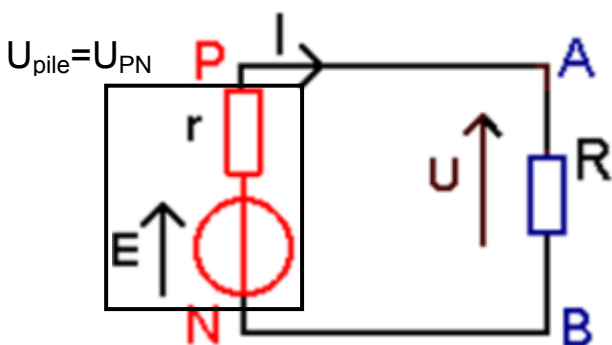
Si nous branchons une résistance de 47ohms aux bornes de la pile U_{pile} , quelle sera la valeur de la tension aux bornes de la pile une fois la résistance branchée ?

- Proposer une méthode graphique pour le déterminer.
- Réaliser l'expérience pour le vérifier.

➤ indice : déterminer le point de fonctionnement du circuit.

➤ Document 3 : Point de fonctionnement d'un circuit électrique.

- 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.
- Quand un **générateur** débite dans une **charge**, leurs bornes sont communes et ils sont traversés par le **même courant**. Ils ont donc le **même point de fonctionnement** : même tension aux bornes, même intensité. Les coordonnées (U_M , I_M) du point de fonctionnement sont celles de l'intersection M des caractéristiques du générateur et de la charge.



Travail 3 : La chaine énergétique d'une pile :

Document 4 : Effet Joule :

Lorsqu'un conducteur de résistance électrique R (en Ω) est traversé par un courant d'intensité I (en A), la tension U (en V) à ses bornes vaut $U = R \cdot I$ (loi d'Ohm). La puissance P (en W) dissipée par la résistance vaut alors : $P = U \cdot I = R \cdot I^2$.

Document 5 : puissance et énergie en courant continu

Les circuits électriques étudiés au lycée sont constitués par l'association de différents dipôles grâce à des fils de connexion. Ils contiennent un seul générateur (pile électrochimique ou alimentation stabilisée) et différents récepteurs (conducteur ohmique, lampe, moteur, électrolyseur...). Dans un circuit électrique le générateur fournit de l'énergie électrique aux récepteurs qui vont transformer cette énergie en une autre forme d'énergie (chaleur, lumière, etc).

- La puissance électrique P en watt (W) fournie par un générateur ou reçue par un récepteur est égale au produit de la tension U à ses bornes en volt (V) par l'intensité I du courant en ampère (A) qui le traverse : $P = U.I$.
- L'énergie électrique E en joule (J) fournie par un générateur ou reçue par un récepteur est égale au produit de la puissance P en watt (W) par la durée d'utilisation Δt en seconde (s): $E = P.\Delta t$.

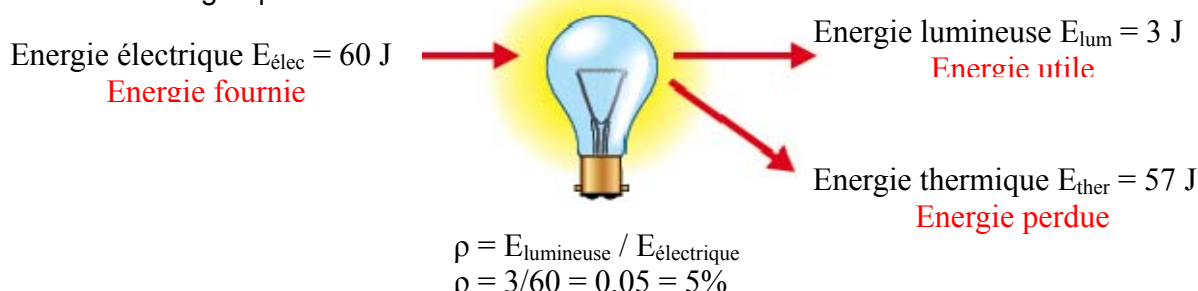
Document 6 : rendement d'une chaîne énergétique

Le rendement de conversion ρ d'une chaîne énergétique ou d'un dipôle est une grandeur sans dimension qui évalue son efficacité énergétique. C'est le rapport entre l'énergie utile en sortie et l'énergie fournie en entrée.

$$\rho = E_{\text{utile}} / E_{\text{fournie}}$$

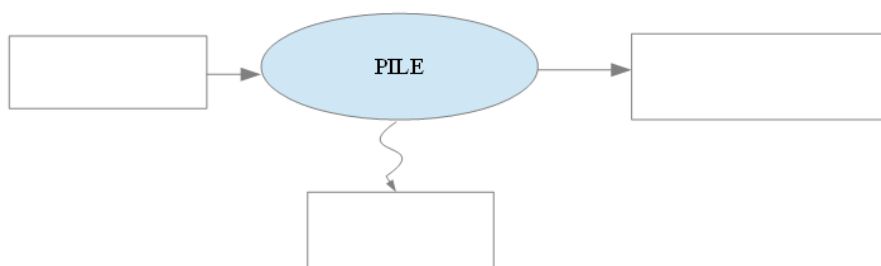
En raison des pertes, le rendement est toujours inférieur à 1 ($\rho < 1$).

Exemple : chaîne énergétique d'une



A partir des valeurs d'une ligne au choix du tableau (U,I,R) :

- o Exprimer et calculer la valeur de la puissance électrique fournie par la pile au circuit : P_{elec} .
 - o Exprimer et calculer la valeur de la puissance perdue par la pile (effet joule) du fait de sa résistance r : P_{perdue} .
 - o Calculer la valeur de la puissance chimique totale convertie par la pile : P_{chim} . Trouver son expression en fonction de e et I .
- Donner les expressions des énergies électrique, chimique, thermique pour une durée d'utilisation Δt .
- Recopier le schéma de la chaîne énergétique associée à la pile et le compléter en y faisant figurer les expressions des énergies électrique, chimique, thermique.



- Faire une phrase pour dire ce qu'illustre cette chaîne énergétique.
- Exprimer le rendement de conversion ρ de la pile en fonction de P_{elec} et P_{chim} . Le calculer.

Pour aller plus loin :

- Créer et calculer à l'aide du logiciel les grandeurs : P_{elec} (W) ; P_{chim} (W) et ρ .
- Conclure.