

# Préparation Scientifique à l'Enseignement Supérieur

Physique – mécanique – 04.05.2024 – pierre.boudinet@ac-besancon.fr

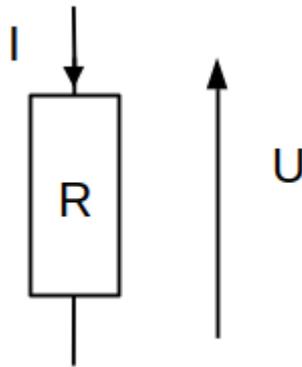
*Électrocinétique – Résistance, condensateur, inductance*

## 1. Résistances et loi d'Ohm

### 1. Loi d'Ohm

La tension aux bornes d'une résistance est proportionnelle au courant qui la traverse :  $U = RI$  .

Lorsque la résistance est constituée d'un cylindre de matériau de conductivité  $\gamma$  , de hauteur L et de section S, on a  $R = \frac{1}{\gamma} \frac{L}{S}$  .



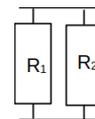
**Activité** : faire un schéma ; préciser l'unité de  $\gamma$  .

Pour le cuivre,  $\gamma \approx 6 \cdot 10^7 \text{ S.I.}$  et pour le graphite  $\gamma \approx 6 \cdot 10^4 \text{ S.I.}$  .

**Activité** : quelle doit être la longueur d'un fil de cuivre de diamètre 0.2 mm pour avoir  $R = 1 \Omega$  ?  
Même question pour du graphite.

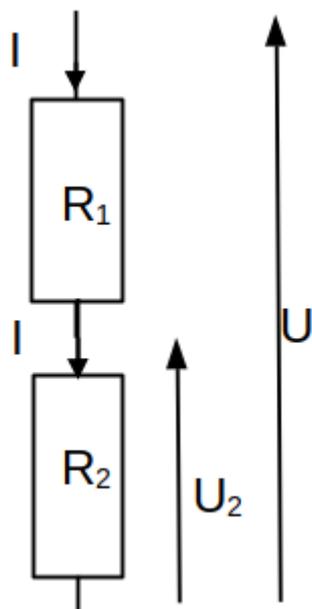
### 2. Pont diviseur

On peut associer les résistances en série ou en parallèle.



**Activité** : trouver la résistance équivalente à chacune des associations. Il est important d'expliquer le raisonnement effectué.

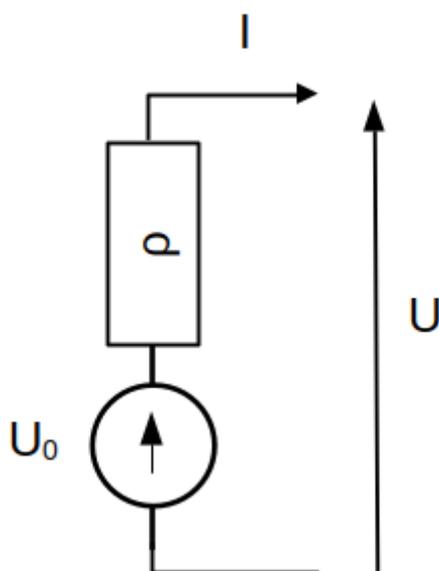
Avec deux résistances en série, on peut examiner la tension  $U_2$  au point-milieu.



**Activité** : en écrivant la loi d'Ohm de deux faons différentes, déterminer la relation entre  $U$  et  $U_2$  ; justifier le nom « pont diviseur de tension ». Proposer un « diviseur de courant ».

### 3. Extraire un maximum de puissance d'un générateur

Un générateur réel présente toujours une « résistance interne »  $\rho$  :

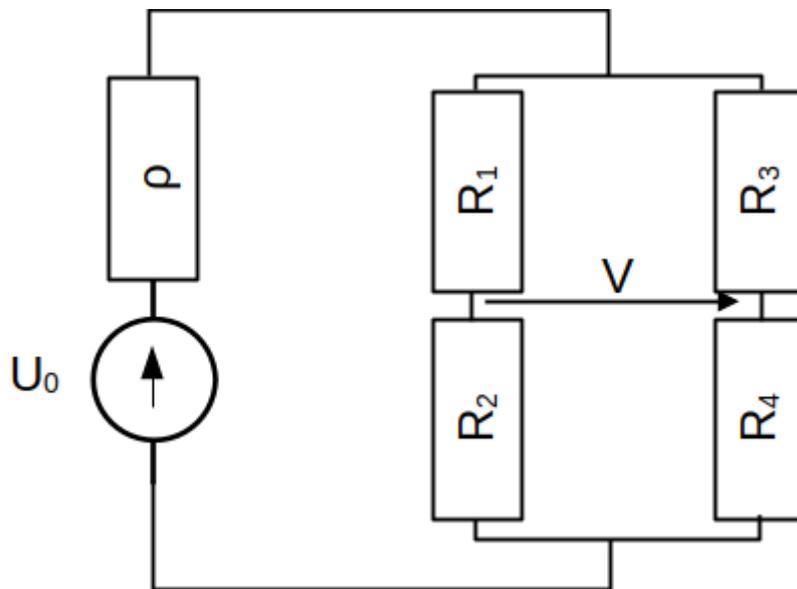


**Activité** : tracer la caractéristique  $U$  fonction de  $I$  du générateur. Pourquoi un générateur chauffe-t-il si on lui prélève beaucoup de courant ?

Si on alimente une résistance extérieure  $R$  avec un générateur de résistance interne  $\rho$ , la puissance dissipée dans  $R$  est  $P = \left(\frac{R}{R+\rho} U_0\right) I$ .

**Activité** : Exprimer  $P$  avec  $R$ ,  $\rho$ ,  $U_0$  uniquement et justifier que  $P$  est maximale si  $R = \rho$ .

#### 4. Mesurer une résistance : le pont de Wheatstone

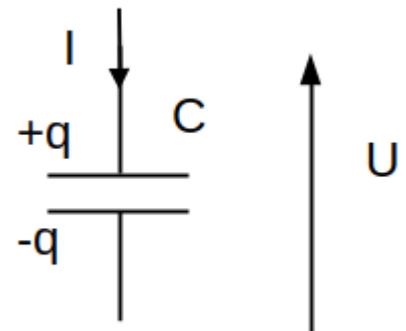


**Activité** : justifier que quand  $V=0$  on a  $R_1 R_4 = R_2 R_3$  ; avec  $R_1 = 1 M\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 1 k\Omega$  justifier l'intérêt du dispositif pour mesurer des faibles résistances.

**Activité** : si les trois résistances connues le sont avec une incertitude relative de 10 %, déterminer l'incertitude relative sur  $R_4$ .

## 2. Étude d'un condensateur

1. Qu'est-ce que c'est ? - Comment ça marche ?



Un condensateur est constitué de deux « armatures » de charges opposées et l'on peut justifier que  $q=CU$  où  $C$  est la « capacité » du condensateur.

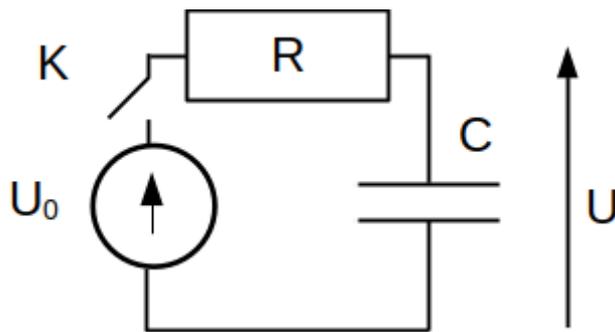
**Activité** : justifier que  $I=C \frac{dU}{dt}$  .

La puissance électrique reçue par le condensateur est  $P=UI$  .

**Activité** : justifier que l'énergie stockée dans le condensateur peut se noter  $\frac{1}{2}CU^2$

## 2. Charge et décharge d'un condensateur – Analyse aux courts et longs temps

On peut charger un condensateur au travers d'une résistance : en  $t=0$  le condensateur est déchargé ( $q=0$ ) et on ferme  $K$ ...



**Activité** : justifier que  $RC \frac{dU}{dt} + U = U_0$  .

Dans une telle situation,  $U = U_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$  .

**Activité** : justifier que lorsque  $t$  est très faible devant  $RC$ , alors  $U \approx U_0 \frac{t}{RC} \approx \frac{1}{RC} \int_0^t U_0 dt$

## 3. Analyse qualitative de la réponse à un signal en créneaux

On peut remplacer le générateur de tension constante  $U_0$  par un « générateur basse fréquence » ou « BF » produisant un signal périodique  $V(t)$  de période  $T$  ayant la forme d'un créneau

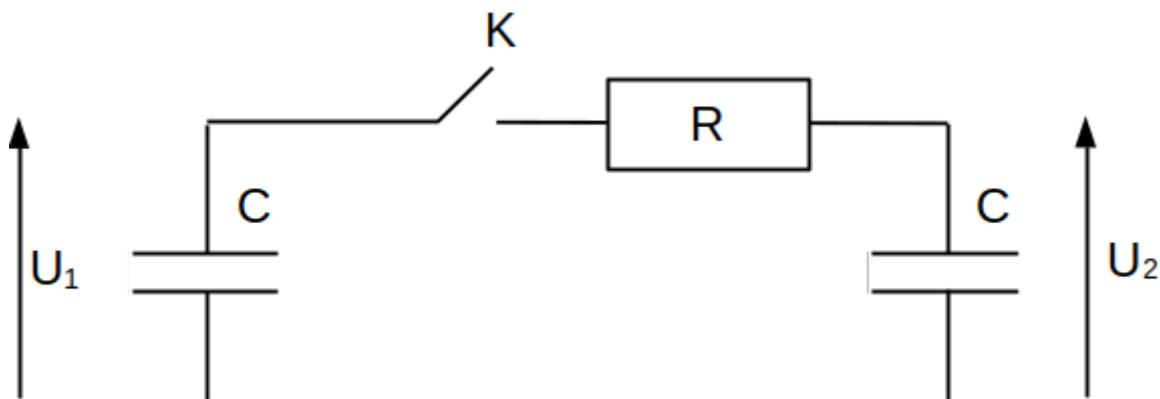
symétrique, par exemple  $V = \begin{cases} +U_0 & 0 < t < \frac{T}{2} \\ -U_0 & \frac{T}{2} < t < T \end{cases}$

**Activité** : tracer qualitativement, sur un même graphe,  $V(t)$  et  $U(t)$  dans les situations où  $T$  est très

faible devant RC puis dans la situation inverse. Justifier que l'on puisse qualifier ce circuit RC de « filtre passe-bas ».

#### 4. Bilan d'énergie dans un circuit RC

En  $t=0$ ,  $C_1$  est chargé avec une tension  $U_1=E$  et  $C_2$  est déchargé, on ferme K.



**Activité :** une fois K fermé, l'ensemble des deux armatures supérieures est isolé électriquement du reste du circuit, quelle conséquence cela a-t-il pour les charges ? Pour les tensions ? tracer qualitativement les graphes de  $U_1(t)$  et  $U_2(t)$  .

On peut montrer que  $\frac{RC}{2} \frac{d}{dt}(U_1 - U_2) + (U_1 - U_2) = 0$  .

**Activité :** déterminer  $U_1 - U_2$  en fonction du temps puis  $U_1(t)$  et  $U_2(t)$  . Tracer les courbes. Déterminer le courant  $I(t)$  circulant dans la résistance.

**Activité :** déterminer  $\int_0^{\infty} R I^2 dt$  et comparer à la différence entre l'énergie initialement stockée dans les condensateurs et l'énergie stockée dans les condensateurs aux très grand temps.