# TP n°4 : CHARGE ET DECHARGE D'UN CONDENSATEUR

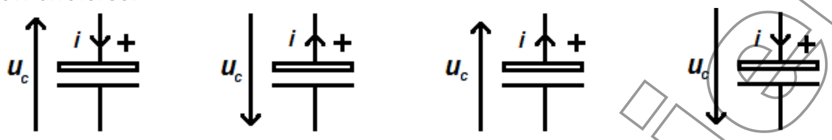
## I - But :

- Etude des tensions de charge et de décharge d'un condensateur polarisé à travers une résistance et leurs variations en fonction du temps.
- Vérification des lois d'association de condensateurs polarisés.

## II - Rappels théoriques :

### II-1- *Définition d'un condensateur :*

Un condensateur est constitué de deux armatures conductrices portant des charges électriques opposées ***+q*** et ***–q***, séparées par un isolant. Les relations entre les grandeurs ***u(t)***, ***i(t)*** et ***q(t)*** sont algébriques : elles dépendent des conventions d'orientation choisies.




(1) (2) (3) (4)

(1) $U_C = \dfrac{q}{C}$ , $i = \dfrac{dq}{dt} = C.\dfrac{dU_C}{dt}$

(2) $U_C = -\dfrac{q}{C}$ , $i = -\dfrac{dq}{dt} = C.\dfrac{dU_C}{dt}$

(3) $U_C = \dfrac{q}{C}$ , $i = -\dfrac{dq}{dt} = -C.\dfrac{dU_C}{dt}$

(4) $U_C = -\dfrac{q}{C}$ , $i = \dfrac{dq}{dt} = -C.\dfrac{dU_C}{dt}$

### II-2- Principe :

Le condensateur de capacité **C** est chargé par un générateur de tension continue **E** (le commutateur **K** est en position **A**). Il est déchargé à travers la résistance **R** (le commutateur **K** est en position **B**). (voir la figure 1)

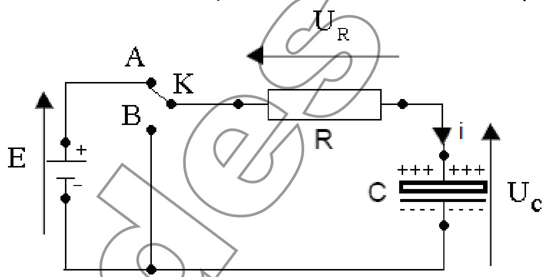



**Figure 1 : Charge d'un condensateur**

### II-3- *Cas de la charge d'un condensateur :*

Le condensateur étant initialement déchargé, à l'instant **t = 0** on bascule le commutateur **K** en position **A** et le condensateur se charge par l'intermédiaire d'une résistance **R**. Par application de la loi des mailles et compte tenu des conventions de signe aux bornes des différents éléments présents dans le circuit il est aisé d'obtenir les relations suivantes :

$$\boldsymbol{E - U_R - U_C = 0} \quad \text{d'où :} \quad \boldsymbol{U_R + U_C = E} \quad \text{ainsi :} \quad \boldsymbol{R\,i + U_C = E} \quad \text{avec :} \quad \boldsymbol{U_C = \frac{q}{C}}$$

En dérivant cette dernière équation par rapport au temps on obtient :

$$\frac{dU_C}{dt} = \frac{1}{C}.\frac{dq}{dt} = \frac{1}{C}.i \quad \text{car} \quad i = \frac{dq}{dt} \quad \text{ainsi} \quad \boldsymbol{i = C.\frac{dU_c}{dt}}$$

D'où l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension de charge en fonction du temps est :

$$R.\left(C\frac{dU_C}{dt}\right) + U_C = E \quad \text{D'où} \quad \boldsymbol{\frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{\tau} = \frac{E}{\tau}} \quad \text{avec} \quad \tau = R.C$$

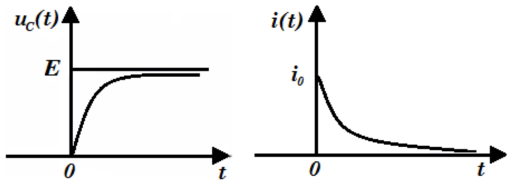
La résolution de cette équation différentielle du premier ordre à coefficients constants avec second membre constant est comme suit :

$$\frac{dU_C}{dt} + \frac{U_C}{\tau} = \frac{E}{\tau} \Rightarrow \frac{dU_C}{dt} = \frac{E - U_C}{\tau} \quad \text{d'où} \quad \int_0^{U_C} \frac{d\left(E - U_C\right)}{E - U_C} = -\int_0^t \frac{dt}{\tau} \Rightarrow \left[\ \ln\left|E - U_C\right|\ \right]_0^{U_C} = -\left[\frac{t}{\tau}\right]_0^t$$

Ainsi $\ln\left|\frac{E-U_C}{E}\right| = -\frac{t}{\tau} \Rightarrow 1-\frac{U_C}{E} = e^{-t/\tau}$ Donc : $U_C(t) = E.\left(1-e^{-t/\tau}\right)$

Or $i(t) = C.\frac{dU_C}{dt}$ d'où : $i(t) = C.\frac{E}{\tau}\,e^{-t/\tau}$ Ainsi : $i(t) = \frac{E}{R}\,e^{-t/\tau} = i_0\,e^{-t/\tau}$

La grandeur $\tau$ correspond à la constante de temps qui caractérise l'évolution de l'état de charge du condensateur dans ce circuit. Soit ***E*** la tension appliquée aux bornes du circuit. Le basculement du commutateur **K** en position **A** entraîne la croissance de la tension $U_C$ et la décroissance de l'intensité ***i*** de façon exponentielle, à mesure que le Condensateur se charge (voir la figure 2).



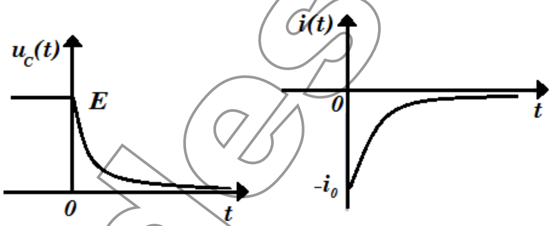

**<u>Figure 2</u>: Charge du condensateur.**

**II-4- *<u>Cas de la décharge d'un condensateur</u>* :**

Le condensateur étant initialement chargé sous la différence de potentiel ***E***, on bascule ***K*** en position ***B*** à l'instant ***t* = 0**, le condensateur se décharge à travers la résistance ***R***. En procédant de manière identique à celle présentée dans la partie précédente, la tension et l'intensité du courant dans le circuit suivent maintenant les lois :

$$U_c(t) = E.e^{-t/\tau} \quad \text{et} \quad i(t) = -\,i_0\,e^{-t/\tau} \quad \text{avec} \quad i_0 = \frac{E}{R} \quad \text{et} \quad \tau = RC$$

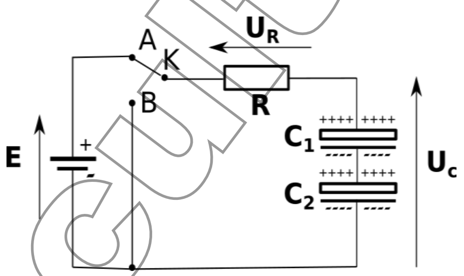
Dans la portion ***RC*** du circuit le courant de décharge circule dans le sens inverse du courant de charge, sa valeur absolue est maximum à ***t = 0*** et décroît de façon exponentielle à mesure que le condensateur se décharge (voir figure 3).



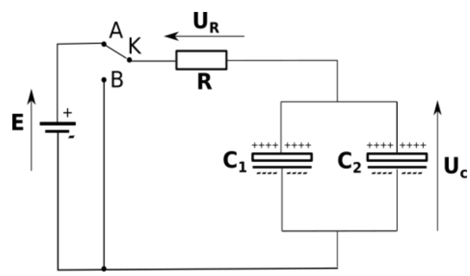

**<u>Figure 3</u>: Décharge du condensateur.**

**III - *<u>Cas de la charge de deux condensateurs</u>* :**

On veut étudier le comportement de la charge de deux condensateurs placés d'une part en série (voir figure 4) et d'autre part en parallèle (voir figure 5). L'expérience dans cette partie consiste à mesurer la différence de tension aux bornes du condensateur équivalent et à partir de la courbe de charge on déduit la valeur de la capacité équivalente dans les deux types d'association.




**<u>Figure4</u>**




**<u>Figure 5</u>**

**IIII - <u>Travail théorique</u> : (A remettre, sur feuille 21x27, le jour du TP)**

1. En utilisant les résultats précédents, exprimez la tension $U_C$ puis ***i*** en fonction du temps dans le cas de la décharge.

2. Exprimer la capacité équivalente $C_{éq}$ de deux condensateurs de capacités $C_1$ et $C_2$ reliés en série puis reliés en parallèle.