

## Cours N°P 8 : Les oscillations libre dans un circuit RLC série

**Introduction :** Une bobine et un condensateur constituent deux réservoirs d'énergie électrique . Que se passe-t-il lorsqu'on relie un condensateur chargé aux bornes d'une bobine

### I-Décharge d'un condensateur dans une bobine.

#### 1- Etude expérimentale :

On réalise le montage ci-contre :

On place l'interrupteur sur la position (1), le condensateur se charge, puis on bascule l'interrupteur sur la position (2). Le condensateur se décharge dans un dipôle RL où  $R = r + r'$ . On a des oscillations dont l'amplitude diminue (amortissement). Le circuit RLC est le siège d'oscillations électriques libres amorties.

#### 2- Régimes d'oscillations

On caractérise trois régimes selon la valeur de la résistance  $R$

##### Régime périodique

La résistance est nulle, les oscillations sont périodiques. Le circuit LC est alors le siège d'oscillations propres non amorties. Le régime est alors **périodique**.

La période  $T_0$  des oscillations est appelée période propre

##### Régime pseudo-périodique

La résistance est faible, l'amplitude des oscillations n'est pas constante mais décroît : les oscillations s'amortissent. Le régime est dit **pseudo périodique**.

La pseudo période  $T \approx T_0$

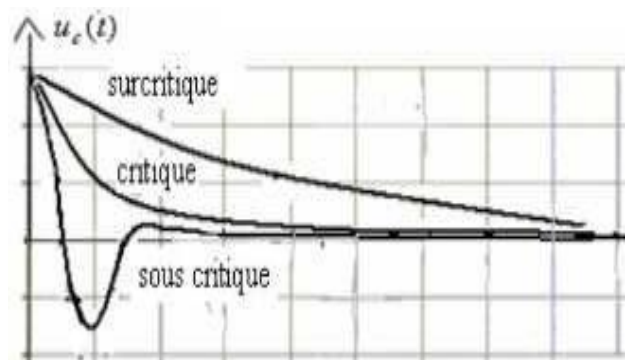
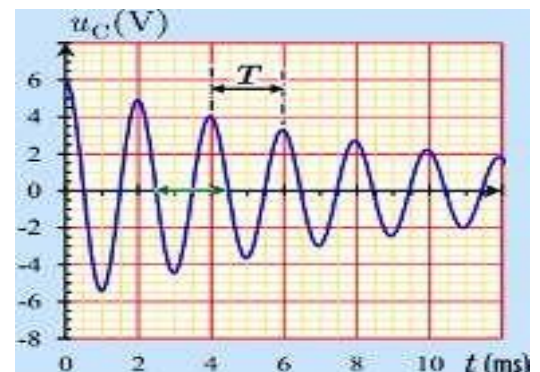
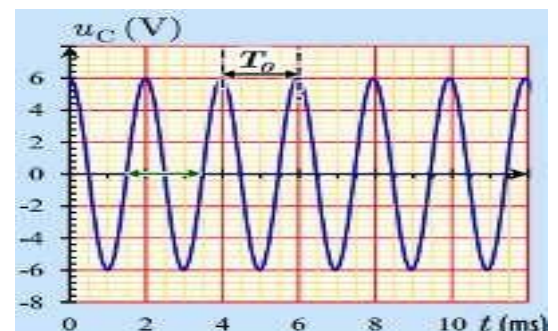
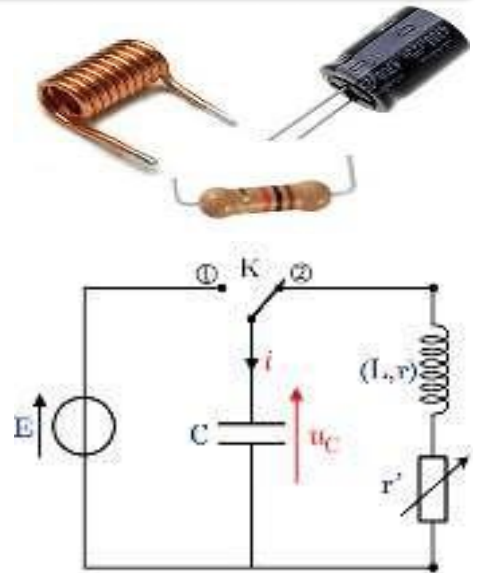
##### Régime apériodique

**Le régime apériodique:** Si la résistance totale du circuit est grande, les oscillations disparaissent car l'amortissement est fort, le condensateur perd sa charge sans oscillations, et on distingue dans ce cas trois régimes :  $u(t)$

-Le régime sous-critique : la tension aux bornes du condensateur effectue une seule oscillation avant de s'annuler.

-Le régime critique : la tension aux bornes du condensateur s'annule sans oscillations.

-Le régime sur-critique : la tension aux bornes du condensateur dure un temps très long pour s'annule sans oscillations.





### a-Déterminons l'expression de $T_0$ .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### b -Analyse dimensionnelle de $T_0$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### C- Déterminons $U_m$

.....

.....

### d- Déterminons $\varphi$ :

.....

.....

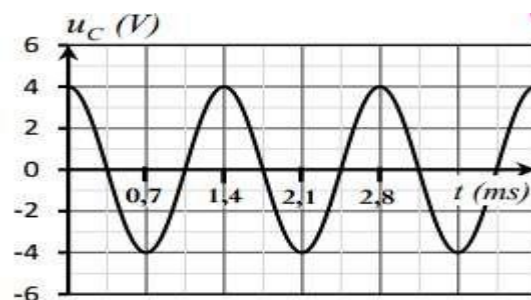
L'expression de  $u_c(t)$  devient : .....  
avec  $f_0$  c'est la fréquence propre (Hz)

**Application :** à partir de la figure ci-contre déterminer  
l'expression de  $u_c(t)$

.....

.....

.....



### 3- Évolution de la charge q et de l'intensité i.

❖ l'expression de la charge q :

.....

.....

.....

avec  $Q_m = C.E$  : représente la valeur maximale de la charge q (amplitude d'oscillation)

Rappel :  $\cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right) = -\sin(x)$

## ❖ l'expression de l'intensité du courant $i(t)$

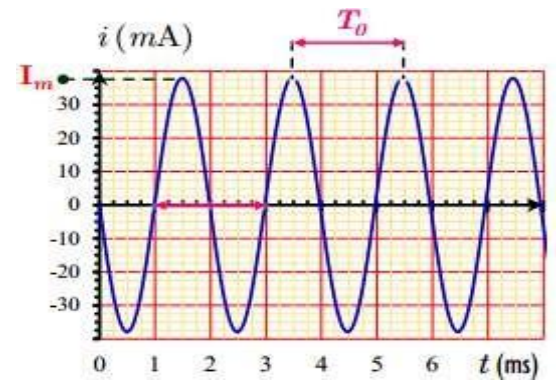
.....

.....

.....

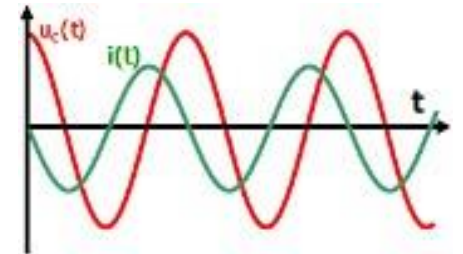
.....

.....



## ❖ Représentation de $u_c(t)$ et $i(t)$ en fonction de $t$

	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	$T_0$	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4}$
$i(t)$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$u_c(t)$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....



## III- Etude des échanges d'énergies dans un circuit RLC

### 1- L'énergie d'un circuit (L,C) série

Dans un circuit **LC**, l'énergie totale est égale à la somme de l'énergie électrique stockée dans le condensateur et de l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine :

.....

Dans le circuit **LC**, l'énergie totale du circuit est constante au cours du temps, donc elle est **conservative**

Lorsque l'énergie emmagasinée dans le condensateur diminue, l'énergie de la bobine augmente et inversement, donc il y a un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine au cours d'une période  $T = \frac{T_0}{2}$  avec  $T_0$  la période propre des oscillations

### Expression de l'énergie totale :

Lorsque  $u_c = \dots \gg \gg \gg i = \dots \gg \gg \gg E_T = \dots = \dots$

Lorsque  $u_c = \dots \gg \gg \gg i = \dots \gg \gg \gg E_T = \dots = \dots$

### Démontrons que l'énergie $E_T$ est conservative

.....

.....

.....

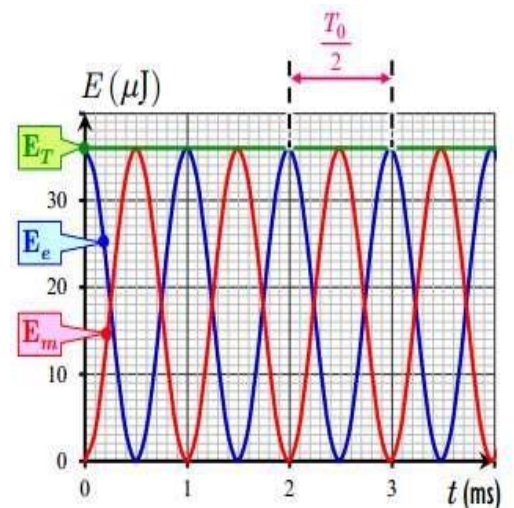
.....

.....

.....

.....

.....



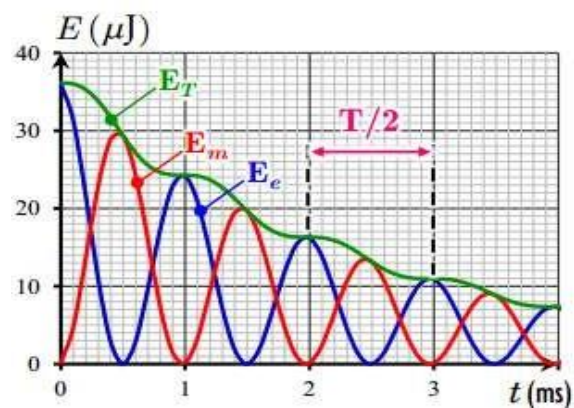
## 2- L'énergie d'un circuit (R,L,C) série.

Dans le circuit RLC, il y a toujours échange énergétique entre le condensateur et la bobine mais il y a déperdition ( :dissipation) d'énergie par effet Joule (transfert thermique) dans les résistances. Il y a donc amortissements des oscillations.

-L'énergie n'est plus constant, elle diminue au cours du temps .

-L'expression de l'énergie totale à l'instant  $t$  est :

.....



**Application :** quelle est la nature d'énergie stockée à l'instant  $t_1 = 1 \text{ ms}$  et  $t_1 = 1,5 \text{ ms}$ .

Démontrons que l'énergie  $E_T$  n'est pas conservative :

Rappel :

$$(a \cdot f(x)^2)' = 2a \cdot f(x) \cdot f'(x)$$

## IV Entretien des oscillations.

### 1-Nécessité d'une source d'énergie

Un oscillateur électrique tel que nous l'avons vu est amorti par dissipation d'énergie par effet Joule dans le conducteur ohmique. Pour entretenir les oscillations d'un circuit **RLC libre**, il faut apporter au circuit par l'intermédiaire d'un dispositif, la même quantité d'énergie qui a été perdue. **C'est le rôle du dispositif d'entretien.**

### 2- Dispositif d'entretien des oscillations: montage à résistance négative

