

Série de Physique  
Niveau : 4<sup>ème</sup>.Sc ex. +ScT. +M  
Oscillateur RLC forcé

**Exercice n°1 :**

Un oscillateur électrique est constitué des dipôles suivants associés en série :

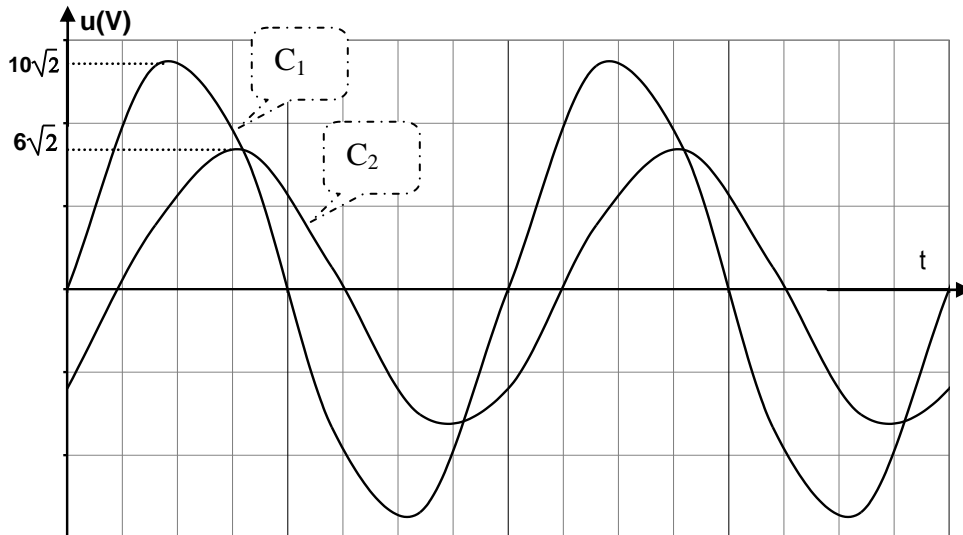
Un résistor de résistance  $R=24\Omega$  une bobine d'inductance  $L=0,8H$  et de résistance interne  $r$ , un condensateur de capacité  $C$ . L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale  $u(t)=Um \sin 2\pi Nt$  tel que  $Um=10\sqrt{2}V$  et de fréquence  $N$  est réglable.

L'intensité instantanée de courant est  $i(t)=I\sqrt{2} \sin (2\pi Nt + \phi_i)$ .

Un oscilloscope permet de visualiser les tensions  $u(t)$  sur la voie(Y1) et  $u_R(t)$  sur la voie(Y2).

1) Représenter le circuit et faire les branchements nécessaires à l'oscilloscope.

2) Quand la fréquence  $N$  est ajustée à la valeur  $200Hz$  on observe sur l'écran de l'oscilloscope les deux courbes suivantes :



a . Montrer que la courbe  $C_1$  correspond à  $u(t)$ . Le circuit est-il inductif, capacitif ou résistif ?

b . Déterminer les valeurs de  $I$  et  $\phi_i$ .

3) Etablir l'équation différentielle relative à  $i(t)$ .

4) La construction de Fresnel correspondante à la fréquence  $N=202 Hz$  est donnée par la figure ci-contre ou l'échelle adoptée est  $1cm=\sqrt{2} V$  et les vecteurs  $\vec{AD}$  est associé à  $u(t)$  ;  $\vec{AB}$  est associé à  $u_R(t)$  ;  $\vec{BD}$  est associé à l'ensemble de la tension aux bornes de { bobine, condensateur }

- Déduire de cette construction de Fresnel :

- ♦ la valeur de  $r$ .
- ♦ la capacité  $C$ .

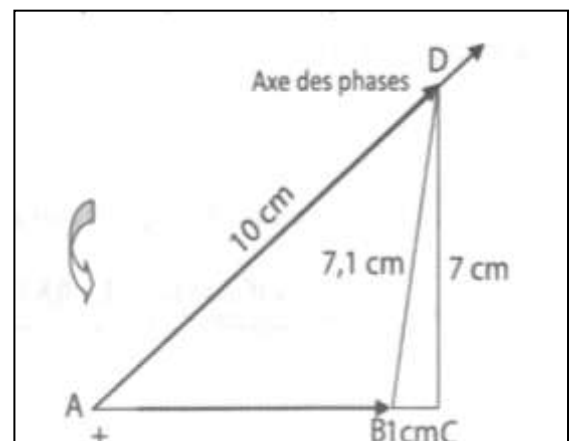
5) On agit sur la fréquence  $N$  du GBF tout en gardant  $Um$  constante de manière à rendre  $u(t)$  et  $u_R(t)$  en phases.

a . Montrer que le circuit est le siège de la résonance d'intensité.

b . Préciser en le justifiant si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de  $N$  pour atteindre cet objectif.

Calculer la valeur de la fréquence à la résonance d'intensité.

c . Ecrire dans ce cas  $u(t)$ ,  $u_R(t)$ ,  $u_C(t)$  et  $u_b(t)$ .



**Exercice n°2 :**

Un générateur de basse fréquence (GBF), délivrant une tension sinusoïdale  $u(t)=30 \sin (2\pi Nt)$ , de valeur efficace  $U$  constante et de fréquence  $N$  réglable, alimente un circuit électrique comportant les dipôles suivants, montés en série :

- ♦ Un résistor de résistance  $R=32\Omega$
- ♦ une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r$ .
- ♦ un condensateur de capacité  $C$ .

*Prof: Trayia Nabil*

1) Pour une fréquence  $N$  de la tension d'alimentation on obtient sur l'écran de l'oscilloscope les deux courbes de la **figure-1**- correspondant aux tensions  $u(t)$  et la tension  $u_b(t)$  aux bornes de la bobine.

- a** . Déterminer le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_{u_b} - \varphi_u$  de la tension  $u_b(t)$  par rapport à  $u(t)$ .
- b** . Déterminer les valeurs maximales  $U_{bm}$  de la tension  $u_b(t)$  sachant que la sensibilité est la même sur les deux entrées et égale à : **10V/div**.
- ◆ Donner l'expression de  $u_b(t)$ .

2) L'équation différentielle reliant  $i(t)$ , sa dérivé première  $\frac{di(t)}{dt}$  et sa primitive

$$\int i(t)dt \text{ s'écrit : } Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t)dt = u(t).$$

Nous avons tracé la construction de Fresnel relatives aux valeurs maximales des tensions.

- a** . Tracer les vecteurs de Fresnel relatives aux tensions  $r.i(t)$  et  $L \frac{di(t)}{dt}$

Déterminer à partir de cette construction :

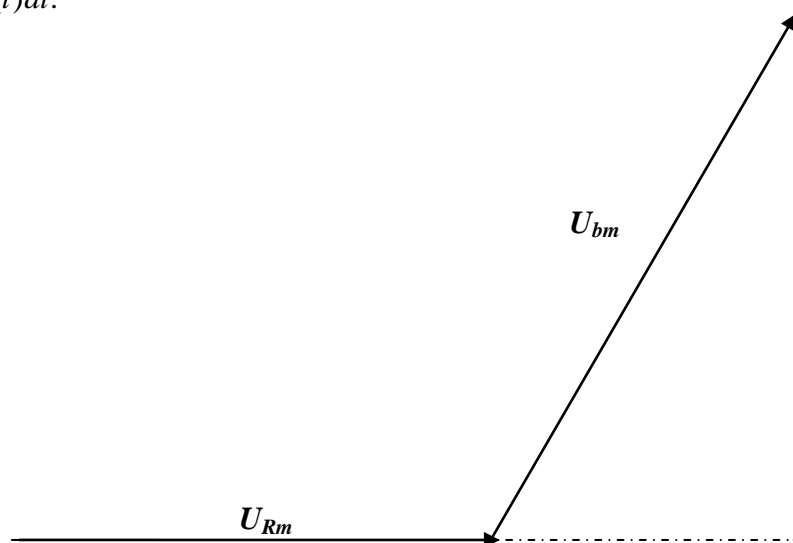
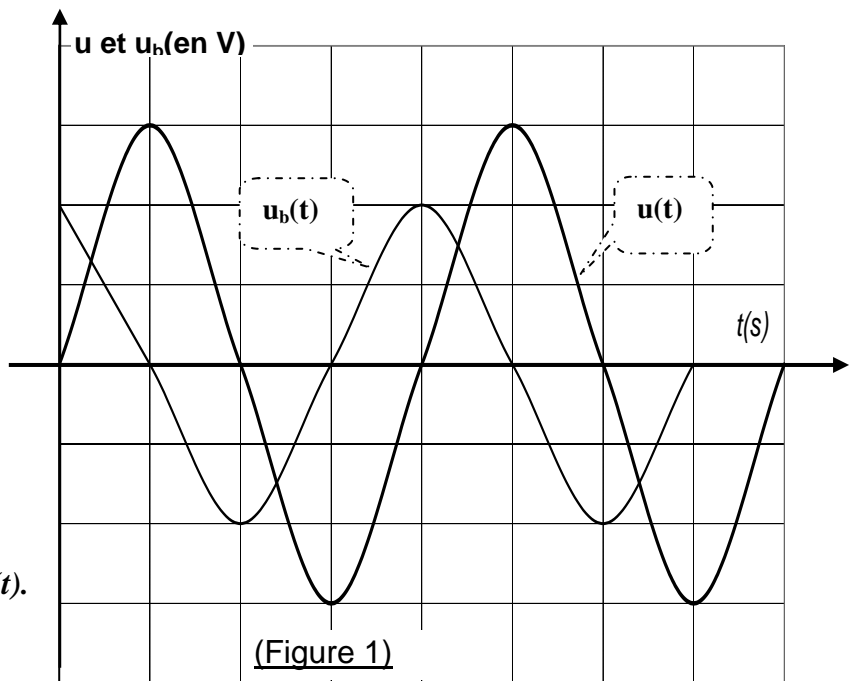
- ◆ La valeur maximale  $I_m$  de l'intensité du courant  $i(t)$ .
- ◆ La résistance  $r$  de la bobine.
- ◆ L'inductance  $L$  de la bobine.
- ◆ Le déphasage  $(\varphi_{u_b} - \varphi_i)$  entre la tension  $u_b(t)$  et l'intensité  $i(t)$ .

**b** . Montrer que  $i(t)$  est en avance de phase de  $\frac{\pi}{6}$  sur la tension  $u(t)$ . En déduire la nature du circuit.

**c** . Compléter la construction en traçant, dans l'ordre suivant et selon l'échelle indiquée, les vecteurs de Fresnel représentant  $u(t)$  et  $\frac{1}{C} \int i(t)dt$ .

On donne :  $1cm \longrightarrow 2.5V$

- ◆ Déduire la valeur de  $C$ .



- 3) Pour une fréquence  $N_0$ , la puissance moyenne consommée prend une valeur maximale  $P_0$ .
- Préciser, en le justifiant l'état d'oscillation du circuit.
  - Calculer  $N_0$ ,  $I_0$  puis  $P_0$ .
  - Donner les expressions de  $i(t)$  et  $u_c(t)$ .
  - Calculer le coefficient de surtension du circuit.

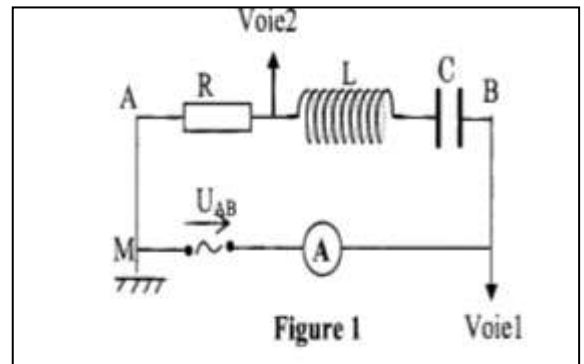
**Exercice n°3 :**

Un générateur impose une tension alternative sinusoïdale, telle que  $u(t) = U_m \sin(\omega t)$ , au dipôle AB, constitué d'un condensateur de capacité  $C = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ , d'une bobine d'inductance  $L$  de résistance négligeable et d'un résistor de résistance  $R$ , tous montés en série.

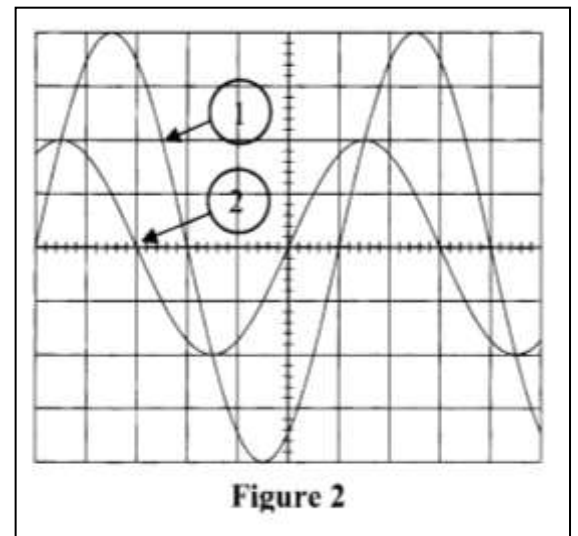
L'ampèremètre de résistance négligeable, indique une intensité de valeur  $I = 14 \text{ mA}$ .  
On branche un oscilloscope bicourbe (voie 1 et voie 2) comme l'indique la figure 1.

Pour les 2 voies : le balayage horizontal est de :  $10^{-3} \text{ s/div}$   
La sensibilité verticale est de :  $1 \text{ V/div}$

On obtient l'oscillogramme de la figure 2.



- Identifier les deux courbes observées sur l'oscillogramme. Justifier.
- Déduire des observations expérimentales :
  - La pulsation  $\omega$  de la tension imposée par le générateur au dipôle AB.
  - Le déphasage entre l'intensité  $i(t)$  et la tension  $u_{AB}(t)$ , ainsi que la nature du circuit (résistif, capacitif ou inductif).
  - L'impédance  $Z$  du dipôle AB.
  - La résistance  $R$  du résistor.



3) On donne l'équation différentielle du circuit :

$$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t).$$

En utilisant la représentation de Fresnel, déterminer la valeur de l'inductance  $L$ . (On donne :  $1 \text{ V} \longrightarrow 2 \text{ cm}$ )

4) On modifie la pulsation de la tension délivrée par le générateur. On obtient la résonance d'intensité pour la pulsation  $\omega_0 = 650 \pi \text{ rad.s}^{-1}$ .

- Quelle observation à l'oscilloscope conduit à cette affirmation ?
- Que représente cette pulsation  $\omega_0$  pour le dipôle RLC ?
- Quelle est la relation entre la pulsation  $\omega_0$  et les caractéristiques du dipôle ?
- Retrouver la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.
- Déterminer l'intensité efficace  $I_0$  correspondante et la puissance moyenne  $P_0$  consommée par le circuit.
- Dans les conditions précédentes : Montrer que la tension efficace aux bornes du condensateur peut s'écrire  $U_C = \frac{U}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

$$U_C = \frac{U}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

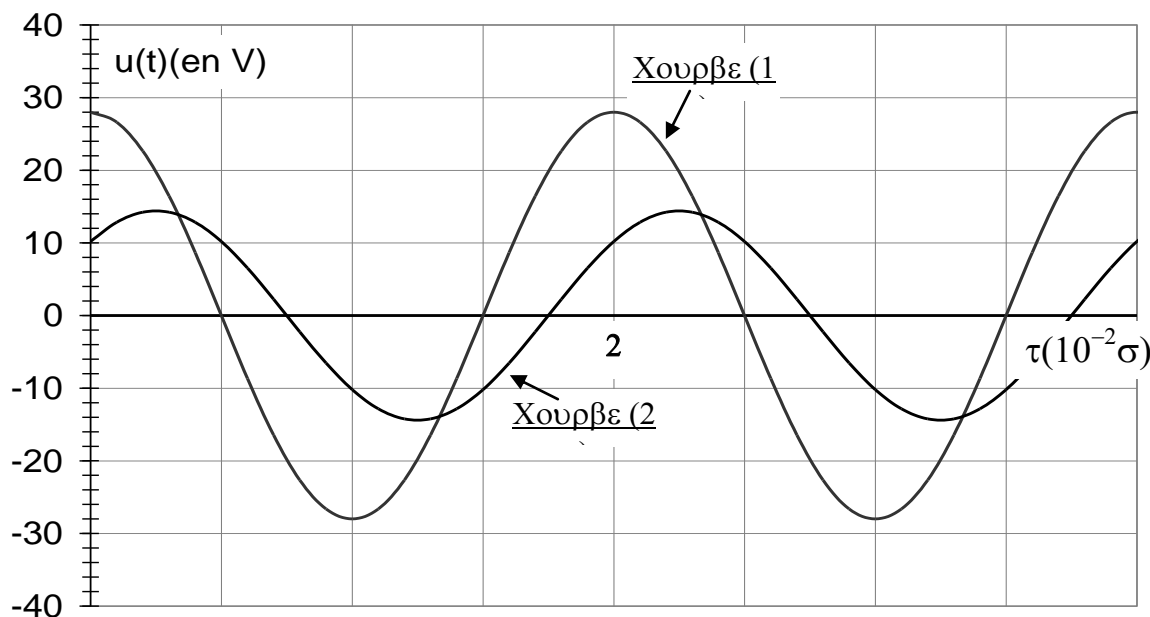
Calculer la tension efficace  $U_C$  aux bornes du condensateur. En déduire le facteur de qualité  $Q$ .

#### Exercice n°4 :

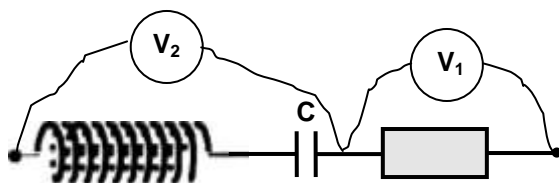
Un résistor de résistance  $R=20\Omega$  et un condensateur de capacité  $C=50\mu F$  sont branchés avec un dipôle  $D$  inconnu. L'ensemble est alimenté par une tension alternative  $u(t)=U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi_u)$ .

La puissance moyenne consommée par le dipôle  $D$  est  $P=2\text{watt}$ .

Sur l'oscilloscope bicourbe on visualise  $u_R(t)$  et  $u(t)$  on observe les courbes de la figure ci après :



- 1) a- Justifier laquelle des courbes est  $u_R(t)$ .  
b- Quelle est la nature du dipôle  $D$  ? Justifier.  
c- Déterminer les grandeurs caractéristiques de dipôle  $D$ .
- 2) a- Donner les expressions de  $u(t)$  et  $i(t)$ .  
b- Faire la construction de Fresnel correspondante.  
c- Donner l'expression de  $u_D(t)$ .
- 3) On remplace le dipôle  $D$  par une bobine d'inductance  $L$  variable et de résistance négligeable et on réalise le circuit suivant :



- a- Pour une valeur  $L_1$  de  $L$  les deux voltmètres indiquent la même valeur :
  - ♦ Préciser la nature du circuit. Calculer  $L_1$ .
  - ♦ Qu'observe-t-on dans ce cas sur l'écran de l'oscilloscope ?
- b- Pour une valeur de  $L_2$  ( $L_2 > L_1$ ) le voltmètre  $V_2$  indique  $0V$ .
  - ♦ Déterminer  $L_2$
  - ♦ Qu'observe-t-on dans ce cas sur l'écran de l'oscilloscope ?

Prof: Trayia Nabil