Université Moulay Ismaïl

Ecole Nationale Supérieure d'Arts

et Métiers - Meknès

Meknès le 22 juillet 2006

Concours d'entrée en première année de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers – Meknès
Séries : Sciences mathématiques A et B
Sciences et techniques.

Matière : Physique

Durée : 3h 15mn

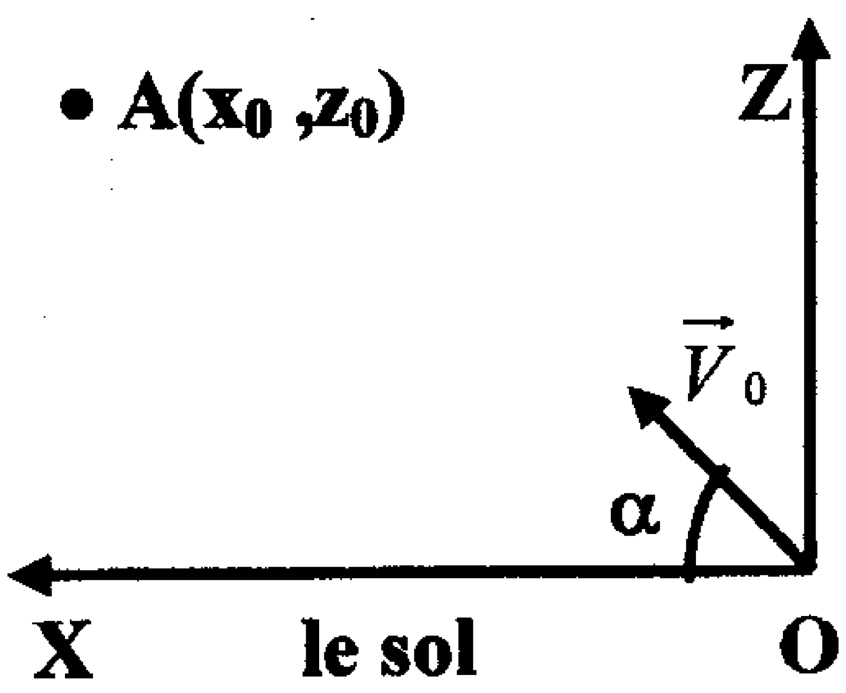
Remarque importante : - **L'épreuve est composée de deux problèmes indépendants.**
- **L'organisation et la qualité de la rédaction seront prises en compte dans le barème de la notation.**

Problème 1 : Mécanique

Les deux parties A et B sont indépendantes. On donne $g = 10 m/s^2$.

Partie A

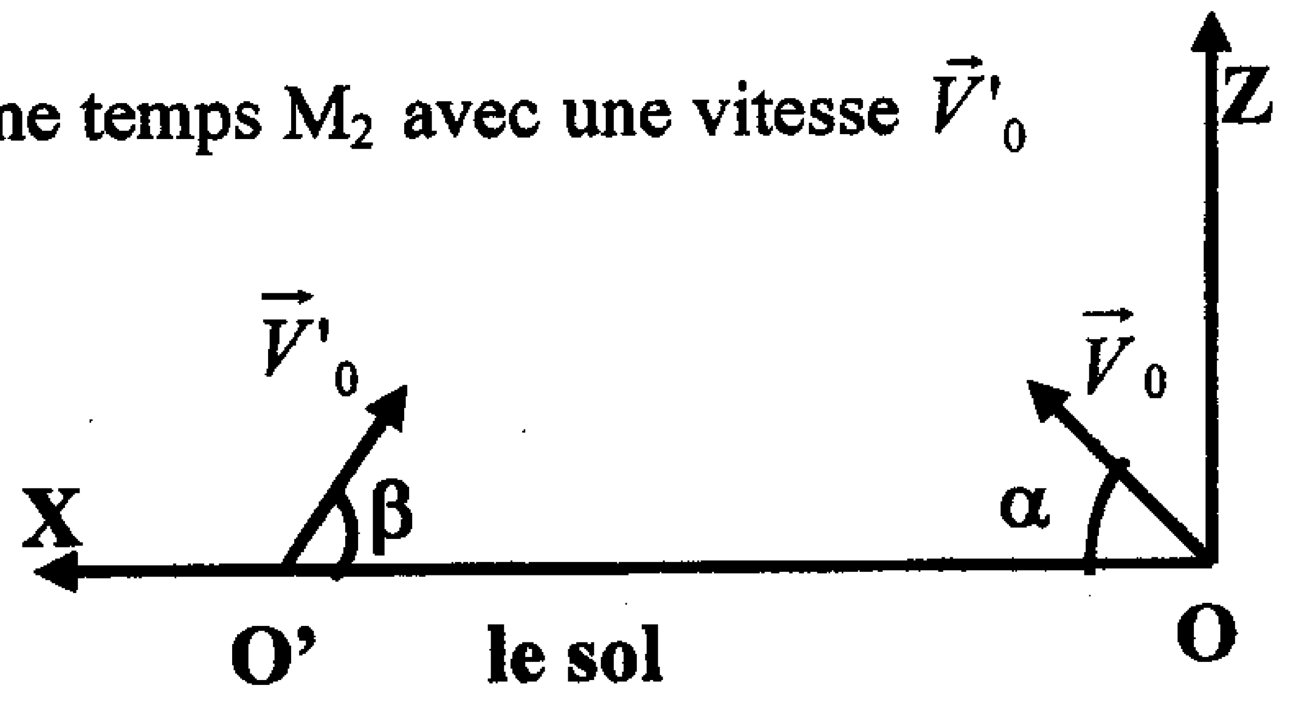
Pour les questions I et II le mouvement s'effectue dans le plan (OXZ) où (OXZ) est un repère orthonormé avec (OX) un axe horizontal **lié au sol** et (OZ) un axe vertical orienté vers le haut. M_1 et M_2 sont deux points matériels.



I- A l'instant initial t=0, on lance M_1 à partir de O avec une vitesse $\vec{V}_0$ et on lâche en même temps, sans vitesse initiale, le point matériel M_2 à partir d'un point A de coordonnées (x_0,z_0) avec $x_0>0$ et $z_0>0$.

- **a-** Ecrire les équations horaires $x_1(t)$ et $z_1(t)$ du mouvement de M_1.
- **b-** Ecrire l'équation de la trajectoire de M_1. Exprimer la portée de ce projectile.
- **c-** Exprimer l'équation horaire $z_2(t)$ du mouvement de M_2.
- **d-** Quelles conditions faut-il réaliser pour que M_1 et M_2 puissent se rencontrer ?
- **e-** A.N : Déterminer les valeurs de l'instant du contact et les coordonnées du point de contact. On donne : V_0=10m/s ; x_0=z_0=8m ; α=45°.

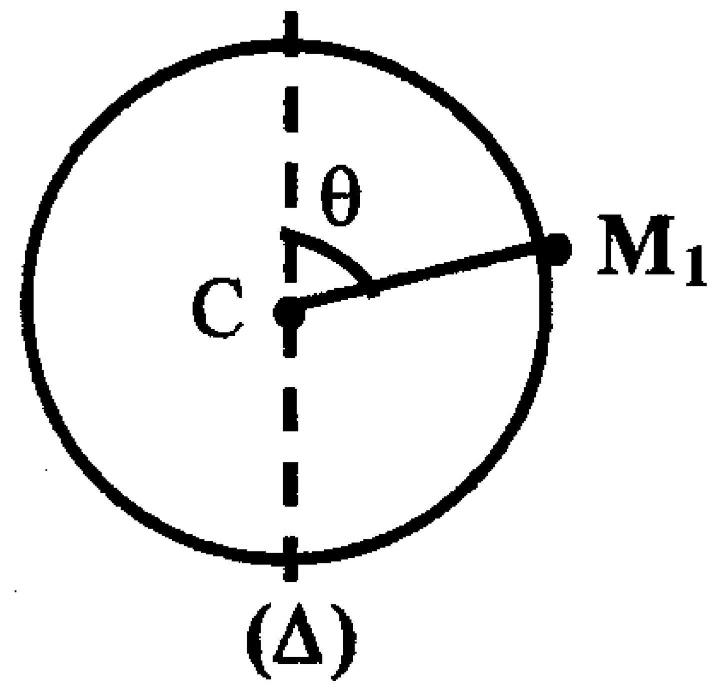
II- On refait l'expérience comme indiqué sur la figure ci-dessous: à l'instant initial t=0, on lance M_1 à partir de l'origine O avec une vitesse $\vec{V}_0$ et on lance en même temps M_2 avec une vitesse $\vec{V}'_0$ à partir d'un point O' de coordonnées (x'_0 , 0) avec $x'_0 > 0$.



- **a-** Exprimer les équations horaires $x_2(t)$ et $z_2(t)$ de M_2.
- **b-** Quelles conditions faut-il réaliser pour que M_1 et M_2 puissent se rencontrer ?
- **c-** A.N : Déterminer les valeurs de l'instant et les coordonnées du point de contact.

On donne : V_0=10m/s, x'_0=20m ; α=45° ; β=30° ; $V'_0=10\sqrt{2}$ m/s.

III- On s'intéresse maintenant au seul point matériel M_1. Ce dernier peut glisser sans frottements sur un cerceau circulaire fixe, de centre C de rayon **a** disposé selon un plan vertical. La position M_1 du point matériel est repéré par l'angle θ formé entre (Δ) et la droite (CM_1). (Δ) étant le diamètre vertical du cerceau. Le point matériel part sans vitesse initiale à partir du sommet du cerceau (position $\theta=0$).



a- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer le module V de la vitesse de M_1 pour une position θ non nulle.

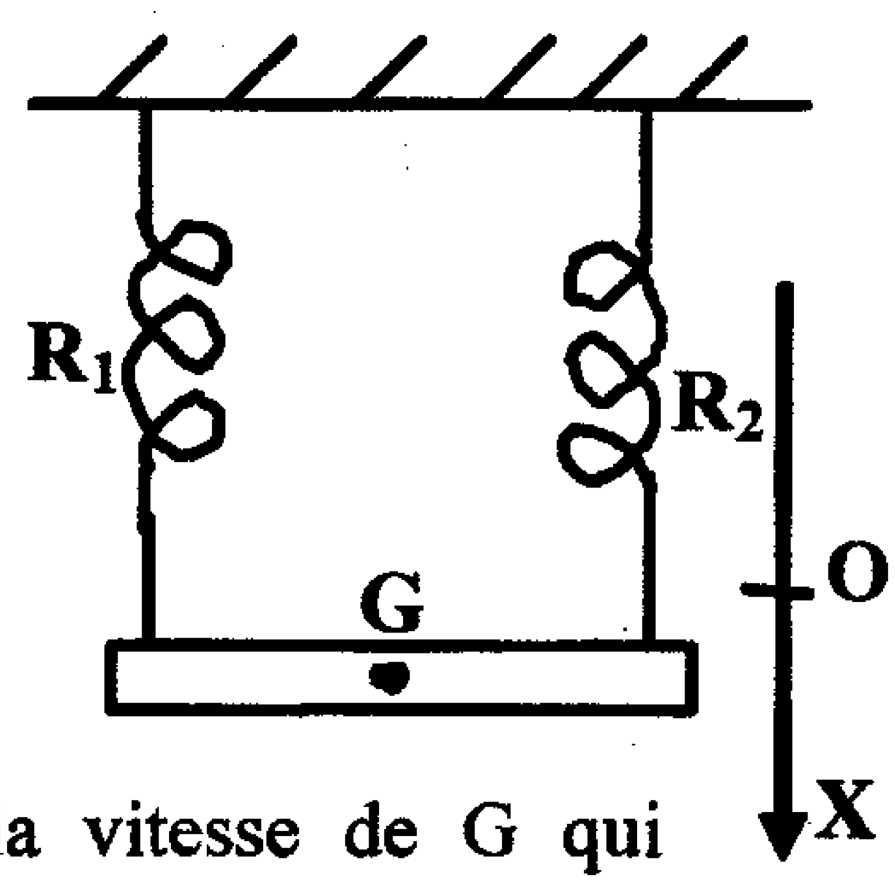
b- Etablir l'expression du module de la réaction $\vec{F}$ du cerceau sur M_1, en fonction de m , g et θ. (m étant la masse de M_1).

c- Déterminer en degré, l'angle θ_m pour lequel le point matériel quitte le cerceau.

Partie B

On désigne par (R_1) et (R_2) deux ressorts identiques de longueurs initiales L_0=20cm, de constantes de raideur k=50N/m et de masses négligeables. Pour les questions **I** et **II**, la position de G sera repérée par son abscisse **x** sur un axe (OX) où O correspondra à la position **d'équilibre** de G.

I- Le système suivant est composé de (R_1) et (R_2) et d'une barre homogène d'épaisseur négligeable, de masse m et de centre d'inertie G. On suppose que la barre garde toujours une position horizontale et que le système évolue dans un plan vertical.



1- Déterminer, à l'équilibre, la longueur L_e des ressorts.

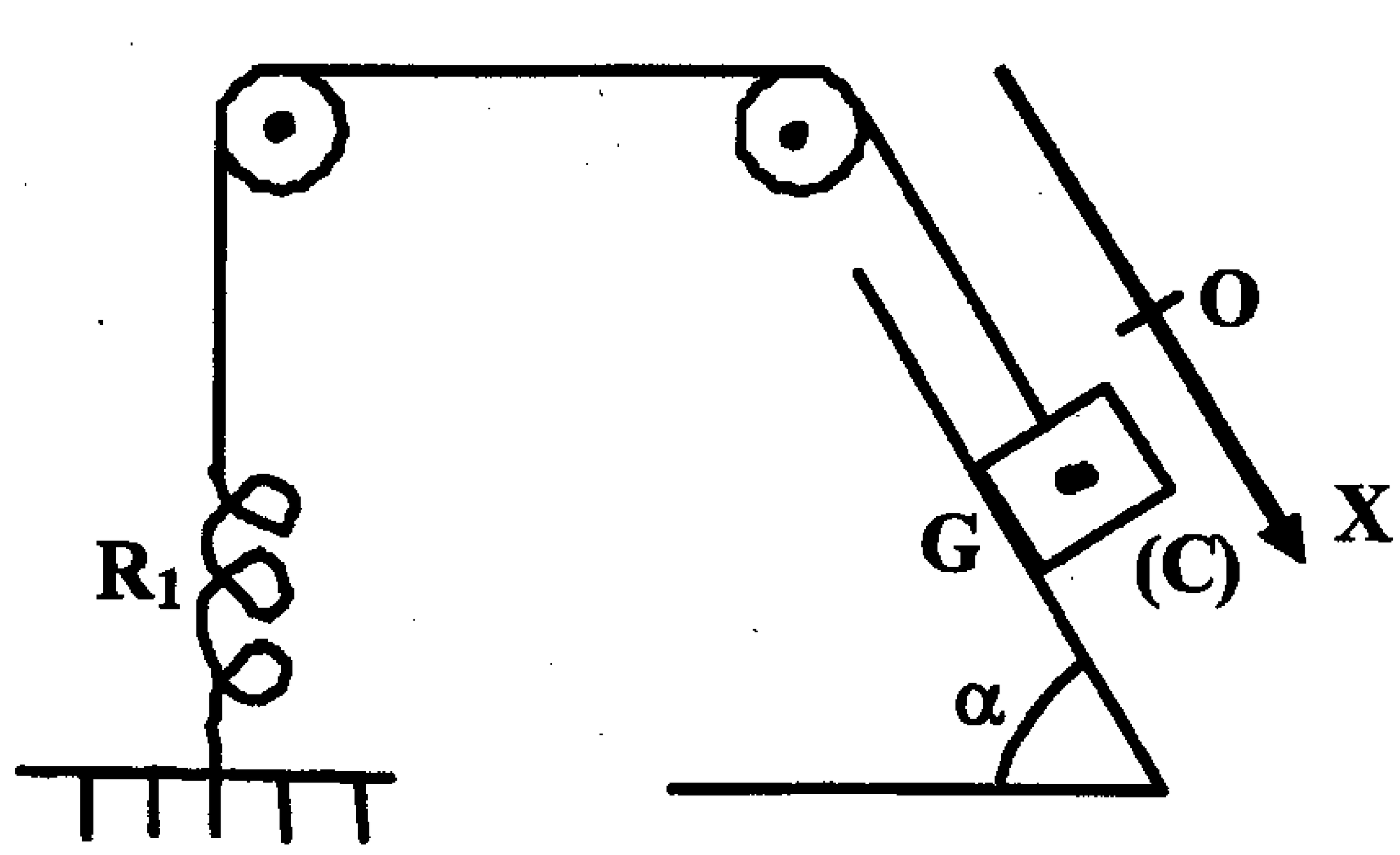
2- On écarte la barre vers le bas d'une distance **a** par rapport à la position d'équilibre, puis on lâche, à t=0, le système sans vitesse initiale.

a- Déterminer l'équation différentielle du mouvement de G.

b- Exprimer l'équation horaire x(t).

c- A.N : Calculer les valeurs numériques de la période T puis la vitesse de G qui correspond au premier passage de G par sa position d'équilibre. On donne : a=5cm ; m=500g.

II- Pour le système représenté ci-dessous, **on néglige les frottements** et on prendra l'état d'équilibre comme référence de l'énergie potentielle. Les deux poulies sont identiques, chacune de masse M et de rayon r, et la liaison entre (R_1) et le corps (C) de dimensions négligeables, de centre d'inertie G et de masse m, s'effectue à l'aide d'un fil inextensible, de masse négligeable qui passe à travers les deux poulies. Les axes des poulies sont horizontaux, parallèles et se situent au même niveau par rapport au sol.



1- Exprimer à l'équilibre la relation entre m, g, k, α , L_0 et L_e (longueur du ressort à l'état d'équilibre du système).

2- Pour une position x de G déterminer :

a- l'expression de l'énergie potentielle élastique ;

b- l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur qui correspond au poids de (C) ;

c- l'expression de l'énergie mécanique du système global en fonction de m, α, M, g, k, L_0, L_e , x et $\dot{x}$. On donne $J = \frac{1}{2} M r^2$ pour chacune des deux poulies ;

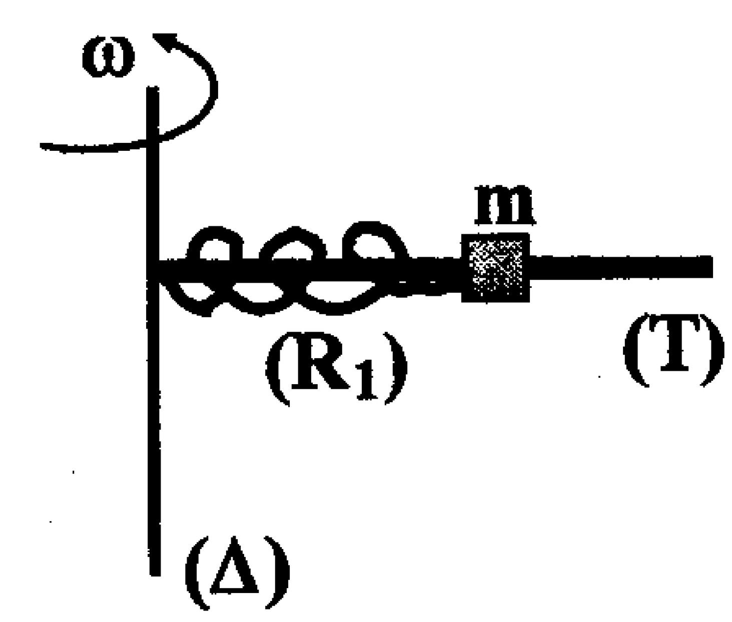
d- l'équation différentielle du mouvement de G. En déduire la nature du mouvement.

III- Un point matériel de masse m, rattaché à l'extrémité de (R_1) peut coulisser sans frottement sur la tige horizontale (T). La tige (T) est animée d'un mouvement de rotation uniforme à la vitesse angulaire ω autour de l'axe vertical (Δ).

A l'équilibre la longueur du ressort est égale à L.

1- Etablir l'expression de L en fonction de m, k, L_0 et ω.

2- A.N : Calculer L. On donne : m=500g et ω=5rad/s.



Problème 2 : Electricité

Les deux parties A et B sont indépendantes.

Partie A

1) On dispose d'un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω, d'une bobine d'inductance L et de résistance r, d'un condensateur de capacité C, d'un générateur basse fréquence (BF) délivrant une tension sinusoïdale de fréquence f variable et d'un oscilloscope à deux voies.

Proposer le schéma d'un montage comprenant en série, le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur et le générateur. Préciser le branchement de l'oscilloscope permettant de visualiser en voie A la tension aux bornes du générateur notée $\mathbf{u_A}$ et en voie B une grandeur proportionnelle à l'intensité du courant notée $\mathbf{u_B}$.

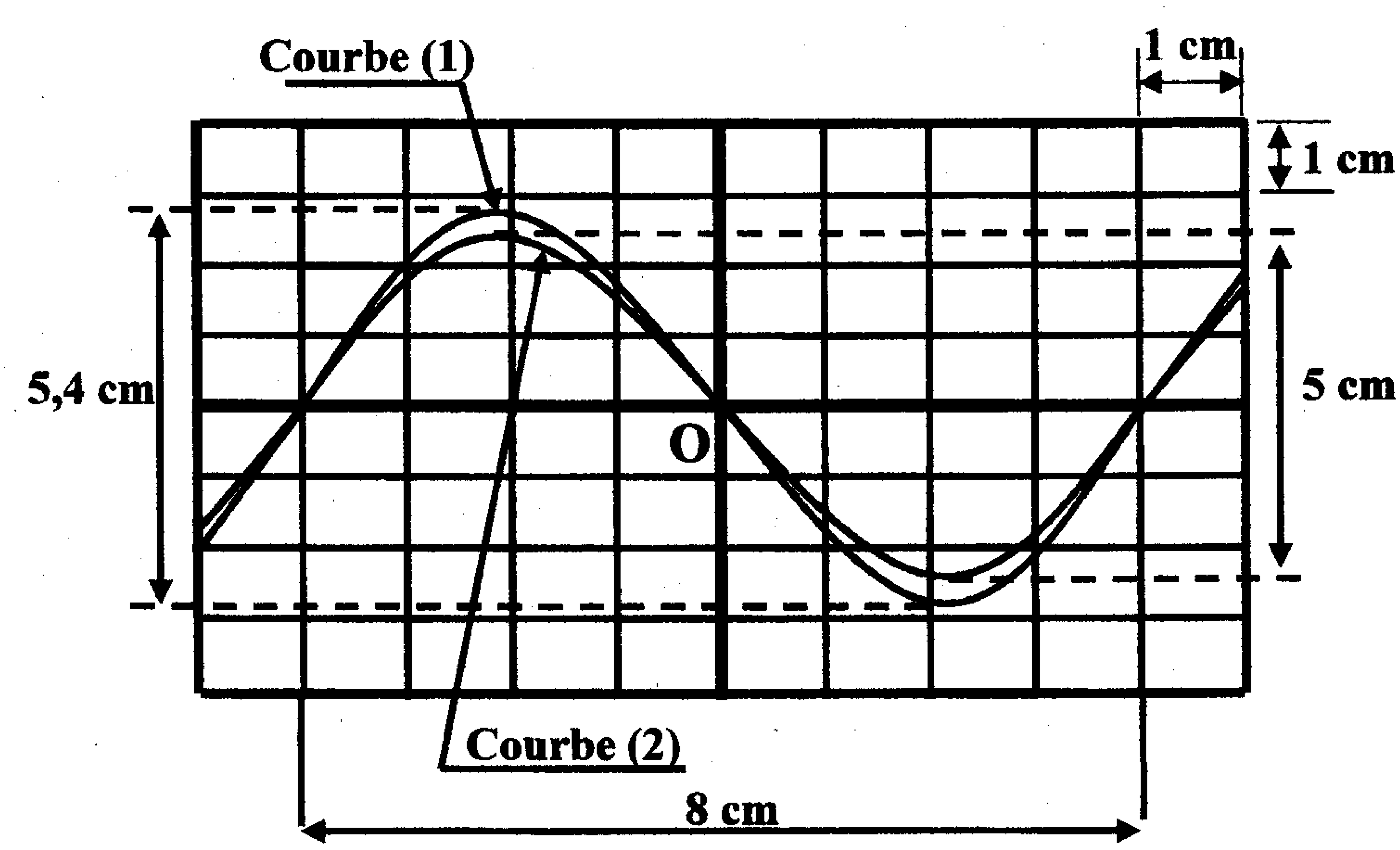


Figure 1

2) On règle la fréquence du générateur BF pour que les deux courbes observées soient en phase.

Les réglages de l'oscilloscope pour l'ensemble de la manipulation sont :

- sensibilité verticale voies A et B : 0,2 V/cm ;
- balayage horizontal : 0,2 ms/cm.

On observe alors les deux courbes de la figure 1.

a) Quelle est parmi les deux courbes **(1)** et **(2)** celle qui correspond à la tension $\mathbf{u_A}$ et celle qui correspond à la tension $\mathbf{u_B}$? Justifier votre réponse.

b) Déterminer les expressions numériques de $\mathbf{u_A(t)}$ et $\mathbf{u_B(t)}$. On prendra comme origine du temps le point O.

c) Calculer la résistance r de la bobine.

d) Lire la période des tensions sur l'oscillogramme de la figure 1 et calculer L sachant que C= 2,5 µF.

3) La valeur maximale de la tension aux bornes du générateur est inchangée et sa fréquence modifiée devient f '. Les réglages de l'oscilloscope restent inchangés.

a) Sur l'oscillogramme de la figure 2, identifier $\mathbf{u_A}$ et $\mathbf{u_B}$ tout en indiquant la tension qui est en avance par rapport à l'autre. Justifier votre réponse.

b) De l'oscillogramme déduire le déphasage de $\mathbf{u_A}$ par rapport à $\mathbf{u_B}$ en valeur et en signe.

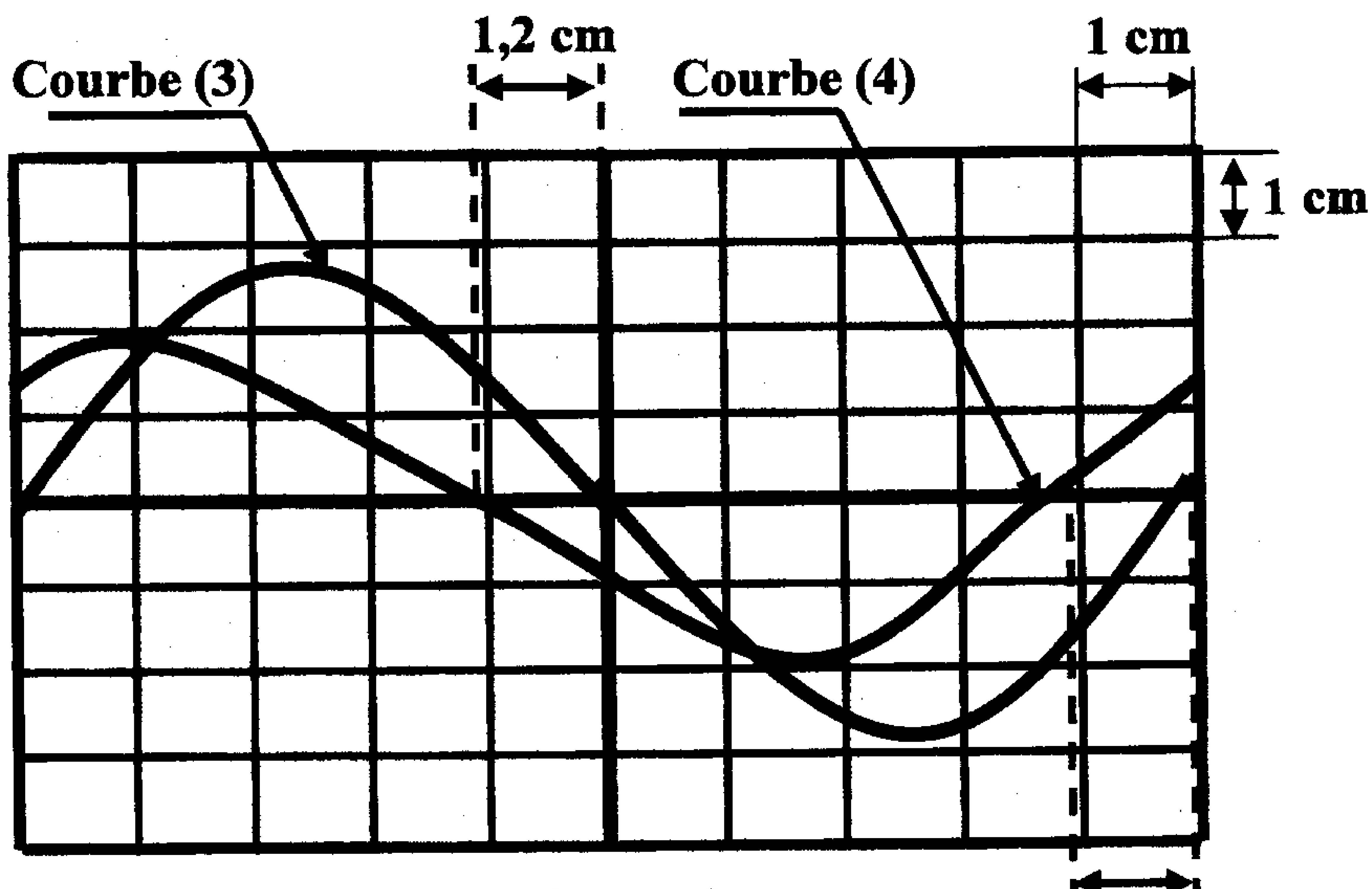


Figure 2

Partie B

Dans toute cette partie, <u>la pulsation ω et la valeur efficace U</u> de la tension sinusoïdale u(t) aux bornes des circuits que nous étudierons <u>sont supposées constantes</u>.

1) La tension **u(t)** étant appliquée aux bornes d'un circuit de résistance R et d'inductance L (montées en série), donner sans démonstration, l'expression de l'intensité efficace I_1.

2) On monte en série avec R et L du circuit précédent, un condensateur variable ; sa capacité C est réglée de façon à ce que l'intensité efficace dans le circuit soit maximale. Soit C_0 et I_0 les valeurs correspondantes de C et l'intensité efficace. Précisons que le circuit RLC est alimenté par la même tension sinusoïdale **u(t)**.

a) Donner l'expression de I_0 et de la tension efficace U_C aux bornes du condensateur.

b) Dans ces conditions, on appellera le coefficient de surtension le rapport $Q_0 = \frac{U_C}{U}$. Donner son expression en fonction de R, L et ω.

c) Donner l'expression du rapport $\frac{I_1}{I_0}$ en fonction de Q_0. Calculer ce rapport pour $Q_0 = 100$.

3) La capacité C varie, ce qui entraine des variations de l'intensité efficace I dans le circuit.

a) Calculer en nanofarads (1 nanofarad = 10^{-9} farad), la valeur de C_0 pour $I = I_0$.

On donne : $R = 10\ \Omega$; $L = 10^{-3}$ H et $Q_0 = 100$.

b) L'intensité I étant telle que $\frac{I}{I_0} = \frac{1}{\sqrt{a}}$ $(a \geq 1)$. Donner, en fonction de Q_0 et a, l'expression du rapport $\frac{C}{C_0}$.

(Indication : On pourra écrire le rapport $\frac{I}{I_0}$ en exprimant I et I_0 en fonction de U et des impédances)

4) Dans le cas où a est petit devant Q_0, on admet que : $\frac{C}{C_0} = 1 + \frac{\varepsilon\sqrt{a-1}}{Q_0}$ *telque* $\varepsilon = \pm 1$.

a) En déduire l'expression de la variation relative $\frac{C - C_0}{C_0}$.

b) Remplir le tableau suivant donnant les valeurs de $\frac{I}{I_0}$ et de $(C-C_0)$ correspondant aux valeurs de a : 1, 2, 3, 4, 5.

a	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
I / I_0					
$(C-C_0)$ nF $\varepsilon = +1$					
$(C-C_0)$ nF $\varepsilon = -1$					

c) Construire, directement sur la copie, la partie de la courbe représentant les variations de $\frac{I}{I_0}$ en fonction de $C-C_0$ à partir des points correspondants aux valeurs de a figurant dans le tableau précédent.

En ordonnée, $\frac{I}{I_0}=1$ représenté par 10 cm ; en abscisse, $C-C_0=0{,}01$ nF représenté par 2 cm.

d) Expliquer, sans calcul, comment se modifie l'allure de la courbe précédente si Q_0 diminue. Comment pourrait-on réaliser cette diminution ?