

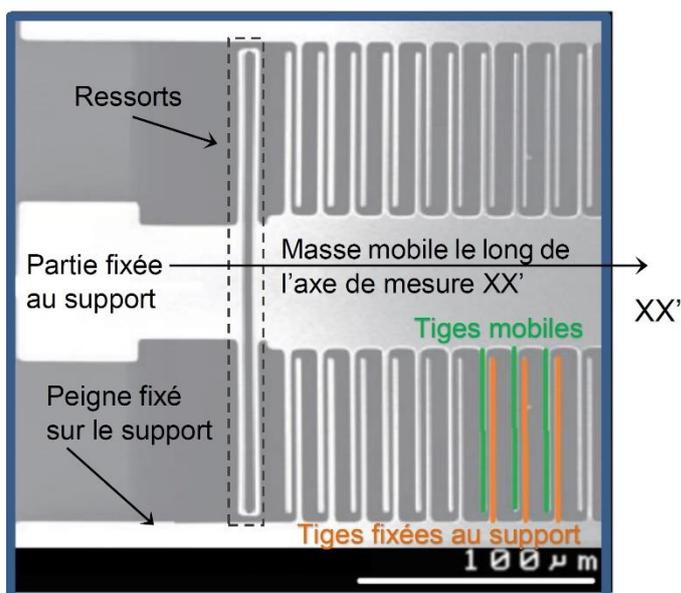
# Un microaccéléromètre capacitif (Bac Spécialité Physique-Chimie - Sujet zéro - 2021)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie  
© <http://b.louchart.free.fr>

## 1. Fonctionnement d'un accéléromètre capacitif

### 1.1. Un dispositif ultraminiaturisé

#### 1.1.1.



	sur la feuille	en réalité
échelle	2,9 cm	100 µm
mesure	3,6 cm	9 D = ?

On en déduit que :  $9 D = \frac{3,6 \times 100}{2,9} = 1,2 \times 10^2 \mu\text{m}$

$\Rightarrow D = \frac{1,2 \times 10^2}{9} = 14 \mu\text{m}$

L'ordre de grandeur de cette distance est donc  $10^{-5}$  m.

**1.1.2.** Au repos, une tige mobile est à égale distance des 2 tiges fixes qui l'entourent, donc l'écart  $D$  entre une tige fixe et une tige mobile est  $d = \frac{D}{2} = \frac{14}{2} = 7 \mu\text{m}$

On en déduit la capacité du condensateur élémentaire lorsque le support n'est soumis à aucune accélération :

$$C_0 = \epsilon_{\text{air}} \frac{S}{d} = 8,9 \times 10^{-12} \times \frac{65 \times 10^{-12}}{7 \times 10^{-6}} = 8 \times 10^{-17} \text{ F}$$

L'ordre de grandeur de cette capacité est donc  $10^{-16}$  F.

Les condensateurs usuels ont des capacités allant du picofarad à la dizaine de millifarads.

La valeur obtenue est donc très petite par rapport aux capacités des condensateurs usuels.

**1.1.3.**  $C = \epsilon_{\text{air}} \frac{S}{d}$

D'après le schéma (b) de la figure 2, l'écart  $d_1$  entre les armatures du condensateur de capacité  $C_1$  est plus grand que  $d_2$ , celui pour le condensateur de capacité  $C_2$ .

On en déduit que  $C_1 < C_2$

## 1.2. Une mesure de l'accélération

- Calculons la coordonnée  $a_x$  du vecteur accélération du capteur suivant l'axe (Ox) :

$$U_s = U_0 + B \times a_x \Rightarrow a_x = \frac{U_s - U_0}{B} = \frac{2,02 - 1,50}{0,0306} = 17,0 \text{ m.s}^{-2}$$

On en déduit la valeur de l'accélération du capteur :

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = \sqrt{17,0^2 + 0^2 + 0^2} = 17,0 \text{ m.s}^{-2}$$

- Pour une moto dont le centre de masse  $G$  est en mouvement rectiligne accéléré, passant de  $v_i = 0 \text{ km.h}^{-1}$  à  $v_f = 100 \text{ km.h}^{-1}$  en  $\Delta t = 3,0 \text{ s}$ , le vecteur accélération moyenne vaut :

$$\vec{a}_{\text{moy}} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f}{\Delta t} \text{ car } \vec{v}_i = \vec{0}$$

$$\Rightarrow a_{\text{moy}} = \|\vec{a}_{\text{moy}}\| = \left\| \frac{\vec{v}_f}{\Delta t} \right\| = \frac{\|\vec{v}_f\|}{\Delta t} = \frac{v_f}{\Delta t}$$

$$\text{Or } v_f = 100 \text{ km.h}^{-1} = \frac{100}{3,6} \text{ m.s}^{-1} = 27,8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{On en déduit que } a_{\text{moy}} = \frac{27,8}{3,0} = 9,3 \text{ m.s}^{-2}$$

La valeur de l'accélération de ce drone est donc conséquente puisqu'elle vaut un peu plus de la moitié de l'accélération moyenne de la moto dans les conditions indiquées.

## 2. Méthode de détermination de l'écart entre les armatures par mesure de la capacité

2.1. La feuille d'aluminium 1 se charge positivement, et la feuille 2, négativement.

2.2. D'après la loi des mailles,  $u_R + u_c = E$

Et d'après la loi d'Ohm,  $u_R = Ri$

$$\Rightarrow Ri + u_c = E$$

$$\text{Or } i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu_c)}{dt} = C \frac{du_c}{dt}$$

$$\Rightarrow RC \frac{du_c}{dt} + u_c = E$$

2.3.  $u_c = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

Si  $t$  tend vers  $+\infty$ , alors  $-\frac{t}{\tau}$  tend vers  $-\infty$  et donc  $e^{-\frac{t}{\tau}}$  tend vers 0.

On en déduit que la limite atteinte par  $u_c$  vaut  $E$  : la tension aux bornes du condensateur est alors égale à la f.é.m. du générateur.

2.4. Méthode :

- on détermine le temps caractéristique  $\tau$  à l'aide d'une des courbes  $u_c = f(t)$ .
- on obtient la valeur de  $C$  grâce à la relation  $\tau = RC$
- on en déduit la distance  $d$  entre les feuilles d'aluminium grâce à la relation  $C = \epsilon_{PE} \times \frac{S}{d}$