

## Colle 2

On se propose d'étudier le principe de fonctionnement des accéléromètres présents dans nos téléphones. Les avancés des nanotechnologies ont permis l'élaboration de ces accéléromètres à MEMS (Micro-Electro-Mechanical-Systems), ces derniers sont fixés sur les cartes électroniques de nos smartphones.

On donne ci-dessous une schématisation simplifiée de l'accéléromètre étudié :

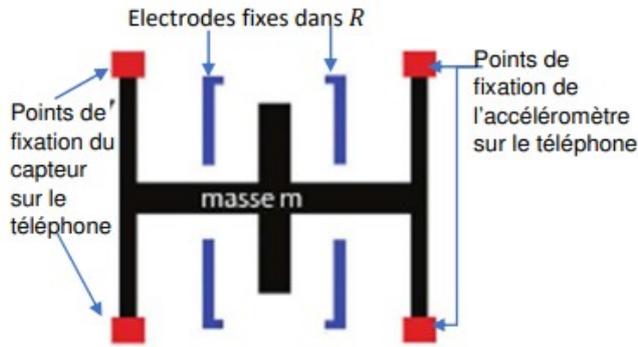


Figure 1 : Smartphone immobile dans  $R_T$

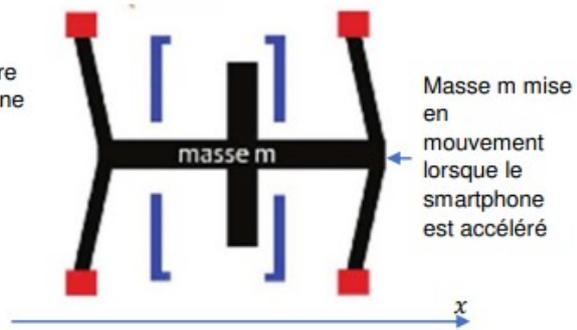
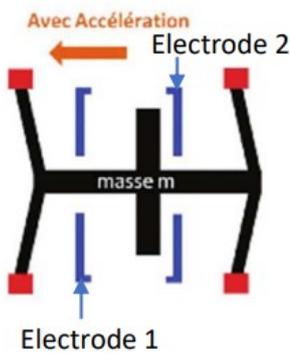


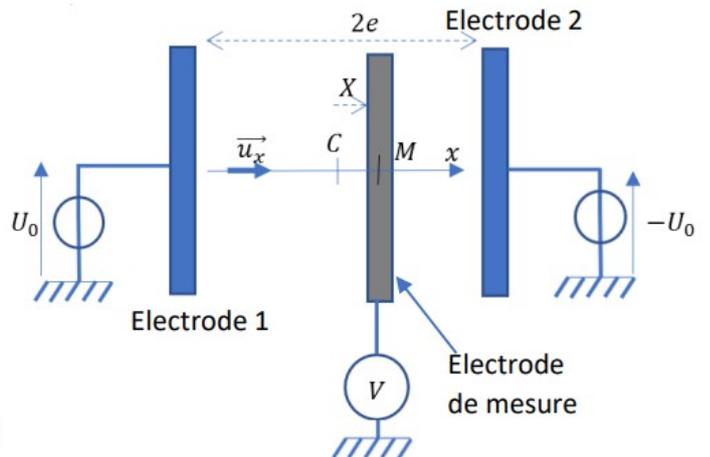
Figure 2 : Smartphone accéléré dans  $R_T$

Source : « Smartphonique » d'Ulysse Delabre (Dunod)

On s'intéresse à la conversion du déplacement  $X$  de la masse en tension. On propose alors le modèle électrique suivant pour lequel les électrodes 1 et 2, liées au téléphone, sont alimentées.



Modèle électrique de l'accéléromètre

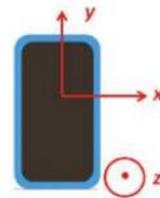


La masse  $m$  en translation, toujours repérée par le point  $M$ , est maintenant assimilée à une électrode mobile dans  $R$  permettant de mesurer le potentiel électrique (on admettra que la présence de cette électrode mobile ne perturbe pas le champ électrique créé par les électrodes 1 et 2).

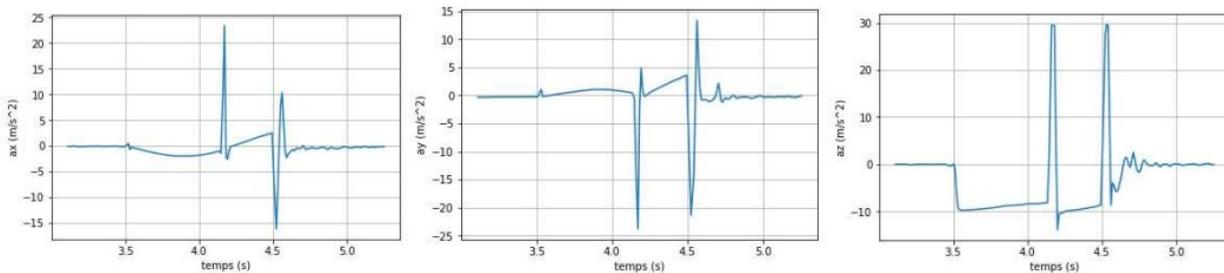
L'électrode 1 est au potentiel  $U_0$  et l'électrode 2 au potentiel  $-U_0$ . Les électrodes 1 et 2 sont distantes de  $2e$  et de surface en regard  $S$ . Les dimensions de la cellule étudiée permettent de négliger les effets de bords et ainsi de considérer les électrodes 1 et 2 comme des plans infinis uniformément chargés en surface. On note  $+\sigma$  la densité surfacique de l'électrode 1 et  $-\sigma$  celle de l'électrode 2. Entre les électrodes, le milieu possède les propriétés électriques du vide et est caractérisé par une permittivité diélectrique notée  $\epsilon_0$ . Le point  $C$ , solidaire du téléphone, est à mi-distance des deux électrodes et reste donc à un potentiel nul.

- 1) ) Enoncer le théorème de Gauss en nommant les grandeurs introduites et en rappelant leur unité respective.
- 2) ) Après une analyse des symétries et invariances de la distribution de charges et une utilisation du théorème de Gauss appuyée d'un schéma, montrer que l'électrode 1 prise isolément crée un champ électrique  $\vec{E}_1$  donné par  $\vec{E}_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \vec{u}_x$  dans le demi espace situé à sa droite.
- 3) ) En l'absence de l'électrode de mesure, déterminer l'expression du champ électrique  $\vec{E}$  total dans le volume compris entre les électrodes 1 et 2 et montrer que  $\vec{E}$  est uniforme.
- 4) ) Montrer alors que le potentiel électrostatique  $V$  au niveau de l'électrode de mesure est  $V(X) = -\frac{U_0}{e} X$ .
- 5) ) Calculer la valeur de  $V$  affichée par le voltmètre lorsque  $a_c = g$ ,  $e = 1 \mu\text{m}$  et  $U_0 = 1 \text{ V}$ .

Les téléphones sont munis de 3 accéléromètres permettant d'apprécier l'accélération du téléphone suivant les trois directions de l'espace. Sur l'application Phyphox, il est possible d'afficher ces 3 accélérations :  $a_x$  (accélération suivant  $x$ ),  $a_y$  (accélération suivant  $y$ ),  $a_z$  (accélération suivant  $z$ ).



On donne ci-dessous, les relevés d'accélération d'un téléphone en chute libre, lâché sans vitesse initiale depuis une hauteur  $h$ . Les axes temporels sont gradués entre 3,5 s et 5,0 s. On indique qu'à la fin de sa chute, le téléphone rebondit sur un matelas posé au sol.



- 6) ) Estimer la hauteur  $h$  en explicitant votre démarche (graphe(s) utilisé(s), hypothèse(s), calculs, ...).