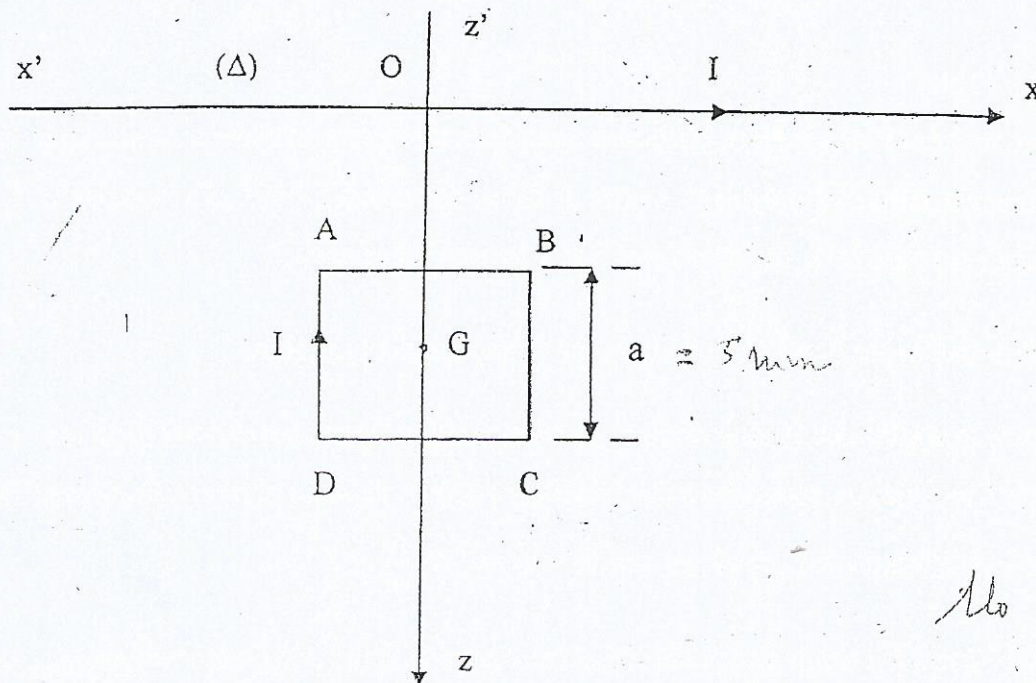


**Problème 2** (7 pts)

On cherche à maintenir un objet de masse  $M_s$  en suspension dans l'air, en opposant à la force de pesanteur, l'action d'un champ magnétique sur un courant. Pour cela, on considère le dispositif représenté sur la figure ci-après :



-  $(\Delta)$  est un long fil horizontal parcouru par un courant  $I$  dans le sens de l'axe  $x'ox$ .

- un cadre carré de côté  $a = 5\text{mm}$ , de masse  $M_c$ , parcouru par un courant de même intensité  $I$ , placé sous le fil, dans un plan vertical, ses côtés  $AB$  et  $CD$  étant parallèles au fil. Le centre  $G$  du carré est repéré par sa position  $OG = z$  sur la verticale  $z'oz$ .

I- On s'intéresse à optimiser le dispositif pour suspendre au cadre un objet de masse  $M_s$  la plus grande possible.

1a) Etablir l'expression de la résultante  $\vec{F}$  des forces de Laplace exercées par le fil sur le cadre en fonction de  $\mu_0$ ,  $I$ ,  $a$  et  $z$ .

1b) Dans toute la suite du problème, on adopte l'expression simplifiée :  $F_z = -\frac{\mu_0 a^2 I^2}{2\pi z^2}$

Calculer l'erreur relative ainsi commise sur  $F_z$  sachant que  $z = z_0 = 5\text{cm}$ .

2a) Soit  $I_0$  la valeur du courant circulant dans le fil  $(\Delta)$  et dans le cadre, lorsque ce dernier est en équilibre en  $z = z_0 = 5\text{cm}$ . Sachant que  $I_0$  ne peut raisonnablement pas dépasser  $10\text{A}$ , quelle est la masse  $M$  totale ( $M_c + M_s$ ) maximale que l'on peut ainsi maintenir suspendue ? On donne  $g = 9,81\text{ms}^{-2}$ .

2b) Comment peut-on modifier le dispositif pour pouvoir maintenir suspendue une masse  $M$  nettement supérieure à la précédente ?