On se place dans un système de coordonnées cylindriques $(\vec{e_r}, \vec{e_\varphi}, \vec{e_z})$. On considère un cylindre infini, creux et d'axe (Oz). Le rayon interne est noté a et le rayon externe est noté b. Le matériau conducteur situé entre $r=a$ et $r=b$ est parcouru par un courant dont le vecteur densité $\vec{J}$ est donné par $\vec{J} = J\vec{e_\varphi}$, uniforme.

1. On suppose que le vecteur densité de courant est constant.

   a) Déterminer l'expression de $\vec{B}(r)$, le champ magnétostatique en un point r de l'espace, avec la théorie des symétries et des invariances.

   b) Calculer la norme de $\vec{B}(r)$ en tout point r de l'espace en supposant que cette norme est égal à $\mu_0 J(b-a)$ sur l'axe du cylindre.

2. Le vecteur densité de courant est maintenant dépendant du temps. Le champ $\vec{B}(r,t)$ est accompagné d'un champ électrique $\vec{E}(r,t)$.

   a) Avec la théorie des symétries et des invariances, déterminer les dépendances et la direction de $\vec{E}(r,t)$.

   b) Calculer le champ $\vec{E}(r,t)$.