

Magnétostatique. Courant uniforme dans un fil cylindrique

Soit un fil infini rectiligne de rayon R parcouru par un courant d'intensité I uniformément répartie sur toute la section du conducteur.

- 1- Faire apparaître les propriétés de symétrie de la distribution de courant et en déduire les propriétés de symétrie du champ d'induction magnétique \vec{B} et du potentiel vecteur \vec{A} choisi selon la jauge de Coulomb.
- 2 - Calculer le champ \vec{B} en tout point M de l'espace. On distinguera bien le cas où le point M est extérieur au fil et la cas où le point M est intérieur au fil. On fera l'hypothèse que le matériau conducteur a les mêmes propriétés magnétiques que le vide.
- 3 - On connaît l'expression du rotationnel d'un champ vectoriel en coordonnées cylindriques (ρ, φ, z) :

$$\text{rot } \vec{A} = \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial A_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial A_\varphi}{\partial z} \right) \vec{e}_\rho + \left(\frac{\partial A_\rho}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial \rho} \right) \vec{e}_\varphi + \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial (\rho A_\varphi)}{\partial \rho} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial A_\rho}{\partial \varphi} \right) \vec{e}_z$$

En utilisant cette expression, calculer le potentiel vecteur \vec{A} , choisi selon la jauge de Coulomb, en tout point M de l'espace.

- 4 - Retrouver ce résultat sans utiliser la formule ci-dessus, mais en considérant la relation liant le flux de \vec{B} à la circulation de \vec{A} .
- 5 - Que peut-on dire de l'énergie magnétique associée à un tel courant ?