UNIVERSITE PAUL SABATIER **Mars 2010**

Licence 2ème année physique

PARTIEL D'ELECTROMAGNETISME

Durée : 1 h 30

I. Questions de cours

- Champ magnétique **B** créé par un fil rectiligne infini parcouru par un courant I constant. Indiquer les invariances et calculer le champ **B** en fonction de μ_0, I, et de la distance r du point M au fil, et du(des) vecteur(s) unitaire(s) de votre choix.
- Définition du flux du vecteur champ magnétique **B** à travers une surface S d'une spire plane dont la normale est **n**.
- Expression du travail élémentaire des forces magnétiques en fonction du courant et du flux magnétique.

II. Interaction des courants circulant dans une spire et deux fils rectilignes appartenant au même plan.

II.1 . Une spire carrée indéformable de côté *a* et de centre $G(y_0,z_0)$ appartient au plan yOz (figure1) Elle est parcourue par un courant *i* constant dont le sens est indiqué sur la figure 1. Les côtés CD et EF sont parallèles à z'z. Un fil rectiligne infiniment long, parcouru par un courant I est confondu avec l'axe z'z comme l'indique la figure 1. On prend $y_0 > a/2$.

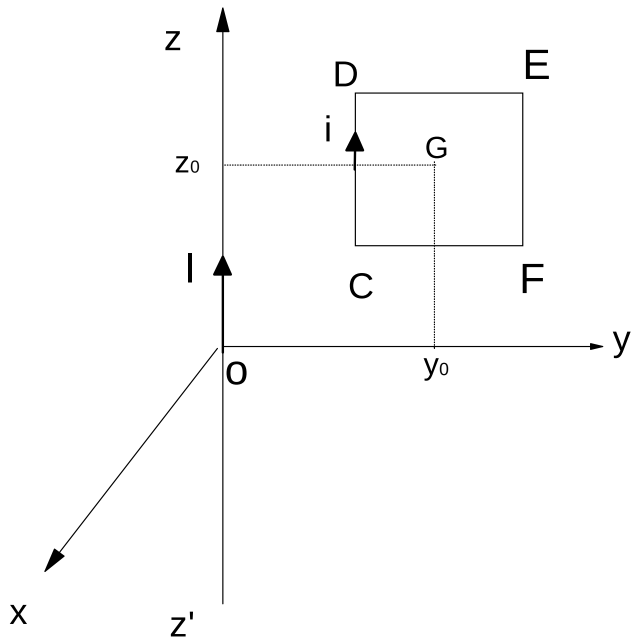

Figure 1

1. En utilisant les éléments de symétrie, déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ magnétique **B** résultant du courant I pour les points du plan yOz.
2. Calculer le flux Φde **B** à travers la spire.
3. Calculer les forces de Laplace s'exerçant sur chacun des quatre côtés en utilisant les vecteurs unitaires $\mathbf{e}_x$, $\mathbf{e}_y$, $\mathbf{e}_z$. En déduire la force résultante $\mathbf{F}_L$.
4. Retrouver cette force résultante $\mathbf{F}_L$ à partir du théorème de Maxwell et de l'expression du flux magnétique Φ.

III. Tube conducteur infini parcouru par un courant uniforme.

L'espace situé entre deux cylindres coaxiaux infiniment longs, d'axe Δ et de rayons respectifs R_1 et R_2, est constitué d'un milieu conducteur homogène parcouru par un courant volumique uniforme **J** parallèle à Δ . La figure 2 représente le tube conducteur en coupe transversale.

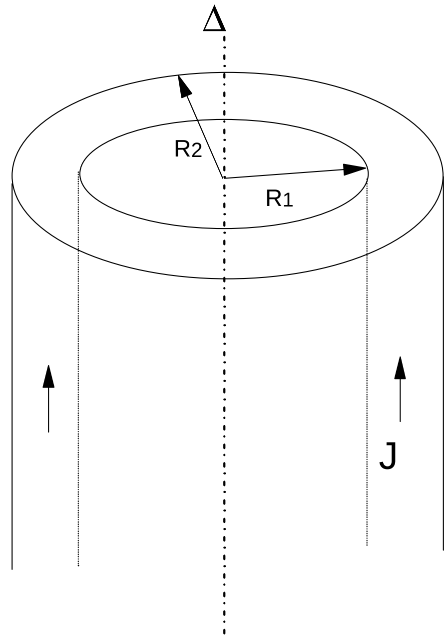

Figure 2

1) Quel type de coordonnées choisissez-vous pour analyser les propriétés de la distribution de courant ?
2) On considère un point courant P situé à la distance ρ de l'axe Δ. Analyser la symétrie et les invariances de cette distribution de courant et en déduire la direction et le sens du vecteur champ magnétique **B**(P).
3) En utilisant le théorème d'Ampère, établir la dépendance de la norme B(P) du vecteur **B**(P) par rapport à la distance ρ à l'axe Δ. Tracer le graphe de $B(\rho)$ lorsque ρ varie de zéro à l'infini.
4) Donner l'expression du courant total I dans le conducteur en fonction de J, R_1 et R_2.
5) On fait tendre R_1 vers R_2 , de telle sorte que l'épaisseur de la paroi du conducteur tende vers zéro *en gardant I constant*. On obtient alors une nappe de courant cylindrique. Définir le vecteur courant surfacique $\mathbf{J}_S$ en fonction de I, R_2 et des vecteurs unitaires de la base de coordonnées choisie .
6) Donner l'expression de la condition de passage à travers la nappe de courant pour le champ magnétique. Montrer que cette expression est en accord avec le résultat du paragraphe 3).