UNIVERSITE PAUL SABATIER **Mars 2008**
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. Deux fils parallèles infiniment longs z'z et p'p sont situés, comme l'indique la figure 1, en y = 0 et y = b et ils sont parcourus par des courants de valeurs absolues respectives I_1 et I_2 (le sens du courant est indiqué sur la figure 1). On prend $y_0 > a/2$ et $b > y_0+a/2$.

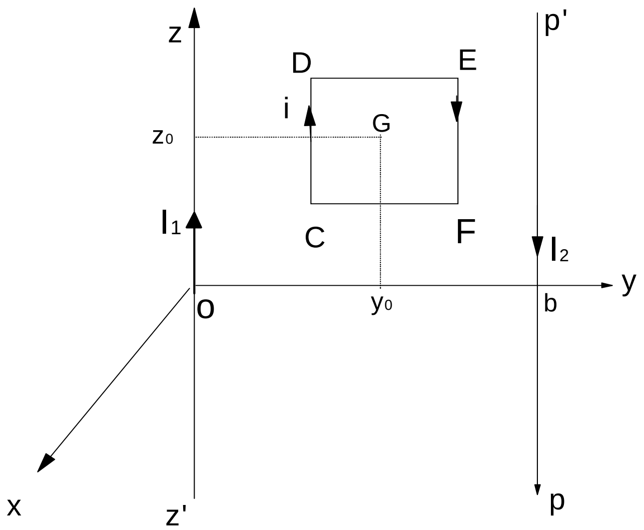

Figure 1

1. En utilisant les éléments de symétrie, déterminer la direction, le sens et l'intensité des champs magnétiques $\mathbf{B}_1$ et $\mathbf{B}_2$ résultant respectivement des courants I_1 et I_2 pour les points du plan yOz.
2. Calculer les flux Φ_1 et Φ_2 de $\mathbf{B}_1$ et $\mathbf{B}_2$ 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 $\mathbf{F}_L$. Quelle est la valeur de $\mathbf{F}_L$ pour $I_1 = I_2$ et $b = 2y_0$? Pourquoi ?
4. Retrouver cette force résultante $\mathbf{F}_L$ à partir du théorème de Maxwell et de l'expression du flux magnétique $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$. Examiner en particulier le cas où $I_1 = I_2$ et $b = 2y_0$.

…/…

II.2. La spire précédente est maintenant dans un plan parallèle à xOz (figure 2), son centre G (y_0, z_0) est dans le plan yOz et CD et EF sont parallèles à z'z et distants de celui-ci de *a* de telle sorte que les projections C' et F'de C et F sur le plan xOy constituent avec O les sommets d'un triangle équilatéral. La spire est parcourue par un courant i constant dont le sens est indiqué sur la figure 2. Le fil z'z est parcouru par un courant I constant (figure 2).

1. Calculer les forces $\mathbf{F}_{CD}$ et $\mathbf{F}_{EF}$ qui s'exercent sur les côtés CD et EF de la spire.
2. Montrer que sur chacun des segments DE et FC des éléments d**l** situés à la même abscisse x sont soumis à des forces élémentaires telles que : $d\mathbf{F}_{DE} + d\mathbf{F}_{FC} = \mathbf{0}$. Que peut-on conclure pour $\mathbf{F}_{DE} + \mathbf{F}_{FC}$?
3. En déduire la force résultante **F** et le moment total $\mathbf{\Gamma}$ de ces forces par rapport à l'axe (Δ) passant par G et parallèle à Oz.

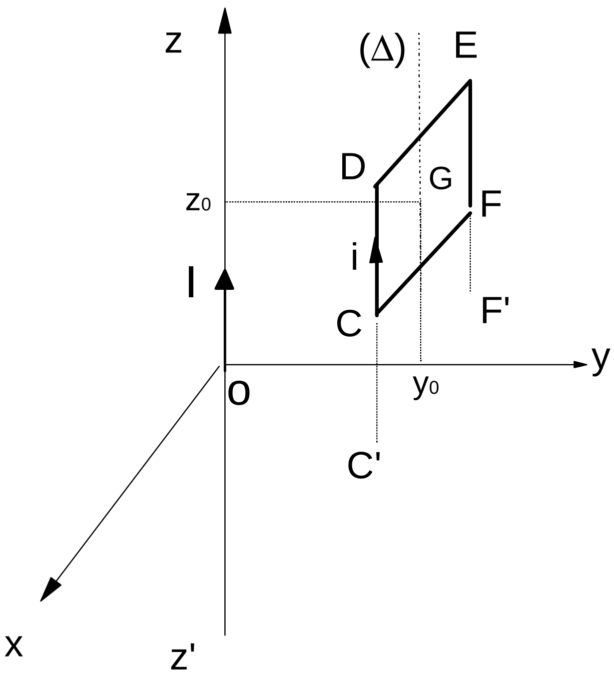

Figure 2

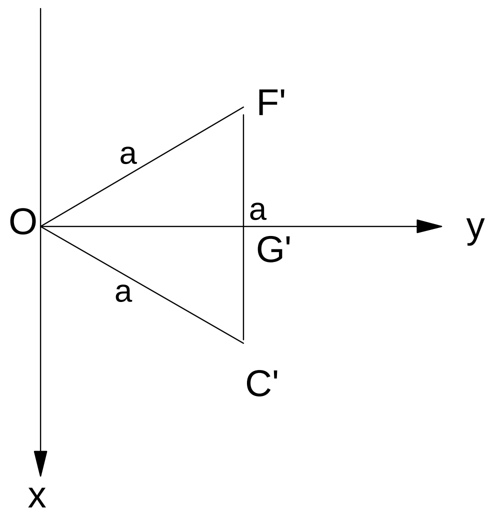

Figure 3

Rappel : La formule de passage des coordonnées cylindriques aux coordonnées cartésienne est : $\vec{e}_\rho = \cos\varphi\,\vec{e}_x + \sin\varphi\,\vec{e}_y$.