



# TD EM2 – ACTIONS MÉCANIQUES DU CHAMP MAGNÉTIQUE

D.Malka – MPSI 2015-2016 – Lycée Saint-Exupéry

Dans tous les exercices, les effets d'induction seront négligés.

## EM1 – Interaction entre deux fils parcourus par un courant

On considère deux fils rectilignes, parallèles, de même longueur  $L = 1\text{ m}$  et distant de  $d = 1\text{ cm}$  (fig.1). Les deux fils sont parcourus par des courants  $i = 10\text{ A}$  de même sens. En négligeant les effets de bords, le champ magnétique créé par chacun des fils peut s'écrire :

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2r} \vec{e}_\theta$$

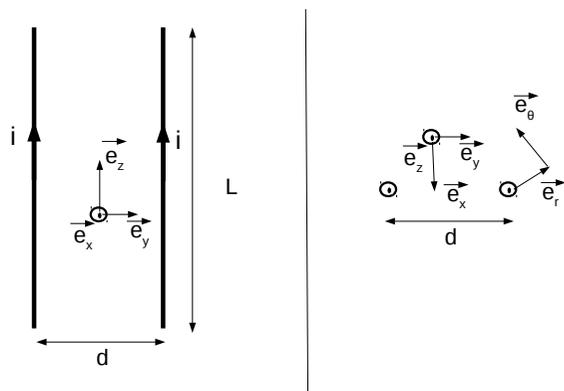


FIGURE 1 – Les deux fils conducteurs

1. Représenter les lignes de champ magnétique du fil de droite dans un plan orthogonal à son axe.

2. Exprimer le champ  $\vec{B}$  généré par le fil de droite au niveau du fil de gauche.
3. Les deux fils s'attirent-ils ou se repoussent-ils ?
4. Evaluer l'intensité de la force exercée par le fil de droite sur le fil de gauche. Commenter.

## EM2 – Barre conductrice dans un champ magnétique

On considère une barre rectiligne, horizontale de longueur  $L$  et de masse  $m$ , parcourue par un courant  $I$  stationnaire (fig.2). Cette barre est fixée en  $O$  par une liaison pivot d'axe  $Oz$  et plongée dans un champ magnétique  $\vec{B} = B_0 \vec{e}_z$  uniforme et stationnaire. Le moment d'inertie de la barre par rapport à  $Oz$  vaut  $J = \frac{1}{3}mL^2$ . Au cours du mouvement, un moment résistant  $-\lambda\dot{\theta}$ ,  $\lambda > 0$ , par rapport à  $Oz$  s'exerce sur la barre.

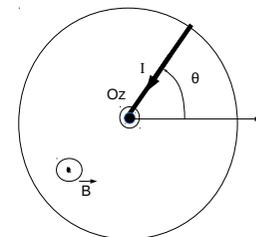


FIGURE 2 – Barre conductrice dans un champ magnétique

1. Calculer le moment des forces de Laplace par rapport à  $Oz$ . On admettra que tout se passe comme si la résultante des forces de Laplace s'appliquait au milieu  $J$  de la barre.

2. Ecrire l'équation du mouvement vérifiée par la barre.
3. Montrer qu'au bout d'un certain temps (à déterminer), la barre est animée d'un mouvement de rotation uniforme autour de  $Oz$  à la vitesse angulaire  $\Omega$  à déterminer.

### EM3 – Moteur synchrone

On considère un modèle simple pour décrire un moteur synchrone. Le rotor, décrit par un moment magnétique  $\vec{m}$ , tourne avec la même vitesse angulaire que la champ magnétique  $\vec{B}$  qui l'entraîne. Le moment d'inertie du rotor par rapport à l'axe de rotation vaut  $J$ . On note  $\theta = (\vec{m}, \vec{B})$  l'angle interne du moteur et  $\vec{M}$  le couple exercé par le champ magnétique.

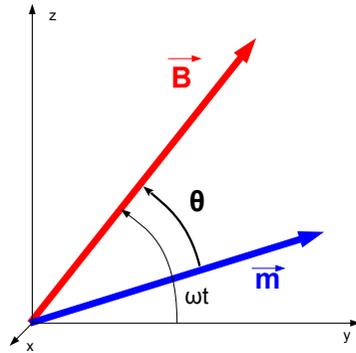


FIGURE 3 – Principe du moteur synchrone

Valeurs numériques :  $B = 0,2 T$ ,  $m = 8,0 A.m^2$  et  $f = 50 \text{ tours/s}$ .

1. Donner l'expression de  $\vec{M}$  en fonction de  $\theta$ .
2. On se place en régime permanent.
  - 2.1 Le moteur doit entraîner une charge mécanique qui exerce un couple résistant  $M_T = 0,65 N.m$ . Calculer l'angle interne du moteur puis la puissance fournie par le moteur.
  - 2.2 Quel est le couple maximal  $M_{max}$  que peut fournir ce moteur ?
  - 2.3 Que se passe-t-il si  $M_T > M_{max}$  ?