

# Magnétostatique

## 6 Exercices

### 6.1 Symétries de la distribution de courants

- 1) Soit un fil infini parcouru par un courant  $I$ . Déterminer les plans de symétrie de la distribution de courants. En déduire la direction du champ magnétostatique en un point  $M$  situé à une distance  $r$  de l'axe du fil ?
- 2) Soit une spire circulaire parcourue par un courant  $I$ . Déterminer les plans de symétrie de la distribution de courants. Que peut-on en déduire sur la direction du champ magnétostatique en un point  $M$  situé sur l'axe de la spire ?
- 3) Soit un solénoïde composé de  $N$  spires en série parcourues par un courant  $I$ . Déterminer les plans de symétrie de la distribution de courants. Que peut-on en déduire sur la direction du champ magnétostatique en un point  $M$  situé sur l'axe du solénoïde ?

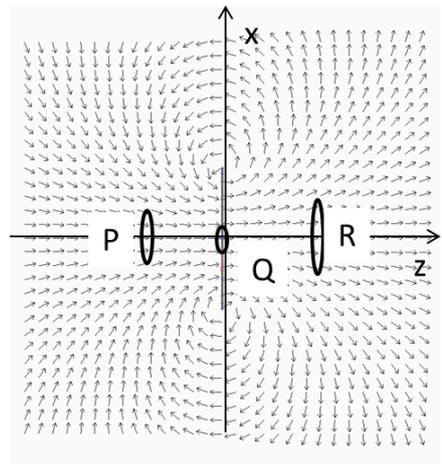
### 6.2 Invariance de la distribution de courants

- 1) Soit un fil infini parcouru par un courant  $I$ . De quelles coordonnées dépend le champ électrostatique ?
- 2) Soit une spire circulaire parcourue par un courant  $I$ . De quelles coordonnées dépend le champ électrostatique ?
- 3) Soit un solénoïde composé de  $N$  spires en série parcourues par un courant  $I$ . De quelles coordonnées dépend le champ électrostatique ?

### 6.3 Conservation du flux de $B$

Sur une carte de champ magnétique, ont été délimitées 3 surfaces autour des points P, Q et R.

- 1) Comparer les intensités du champ en P, Q et R.
- 2) La distribution de courants à l'origine de cette carte de champ magnétique est invariante par rotation autour de l'axe  $Oz$ . L'identifier à partir d'un examen qualitatif des lignes.
- 3) Justifier alors, a posteriori, la relation d'ordre proposée initialement.



### 6.4 Champ magnétique créé par une nappe volumique

On considère une distribution volumique de courant délimitée par les deux plans d'équation  $z = \frac{a}{2}$

et  $z = -\frac{a}{2}$ . On suppose qu'entre ces plans la densité volumique de courant est uniforme :  $\vec{j} = j\vec{u}_x$ .

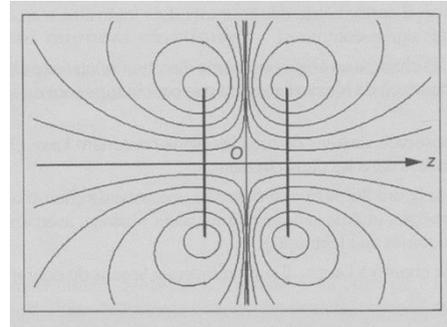
- 1) Examiner les invariances géométriques, pour en déduire de quelle(s) coordonnée(s) dépend le champ.

- 2) Faire de même avec les symétries et préciser la direction du champ magnétique en tout point.
- 3) Que peut-on dire de la valeur du champ dans le plan  $xOy$  ?
- 4) Proposer un contour d'Ampère qui permette d'exprimer le champ créé par la distribution de courant en un point  $M$  de côte  $z$ , en exploitant la nullité du champ dans le plan  $xOy$ .
- 5) Préciser alors l'expression du champ magnétique au point  $M$ , selon la valeur de  $z$ , dans le cas où  $z$  est positive.
- 6) Tracer le graphe de  $B_y = f(z)$ , en précisant par des arguments de symétrie la parité ou l'imparité de cette fonction.
- 7) On passe à la limite surfacique en considérant que l'épaisseur  $a$  de la distribution volumique tend vers zéro. On peut alors définir une densité surfacique de courants notée  $\vec{j}_s = a\vec{j}$ . Donner l'expression du champ magnétique engendré partout dans l'espace. Observer la continuité du champ magnétique à la traversée de la nappe.

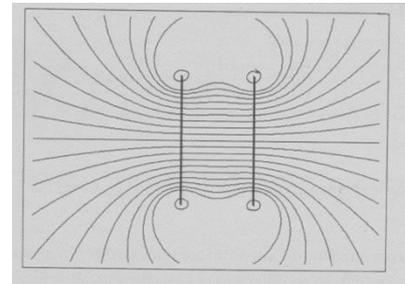
### 6.5 Analyse de spectres de champs magnétiques

La carte de champ magnétique suivante a été obtenue dans le plan  $xOz$ .

- 1) Préciser où se trouvent les sources du champ et commenter la forme des lignes en leur voisinage.
- 2) Le spectre magnétique s'avère invariant dans tous les plans contenant l'axe  $Oz$ , préciser la nature des circuits électriques produisant cette carte de champ.
- 3) Sur les axes  $Ox$  et  $Oz$ , où se trouvent les points où le champ est le plus intense ? En déduire les sens relatifs de parcours des intensités dans les différents circuits.
- 4) En exploitant les symétries, comparer les intensités des différents courants ; interpréter alors la situation en  $O$ .



- 5) Quelle modification simple permettrait d'obtenir la carte de champ suivante, invariante par rotation autour de l'axe  $Oz$  ? Reconnaître ce dispositif.



### 6.6 Analyse de lignes de champ

On donne les lignes de champ suivantes. Préciser celles qui peuvent correspondre aux lignes de champ d'un champ magnétique. Si oui, proposer une distribution pouvant les avoir engendrées.

