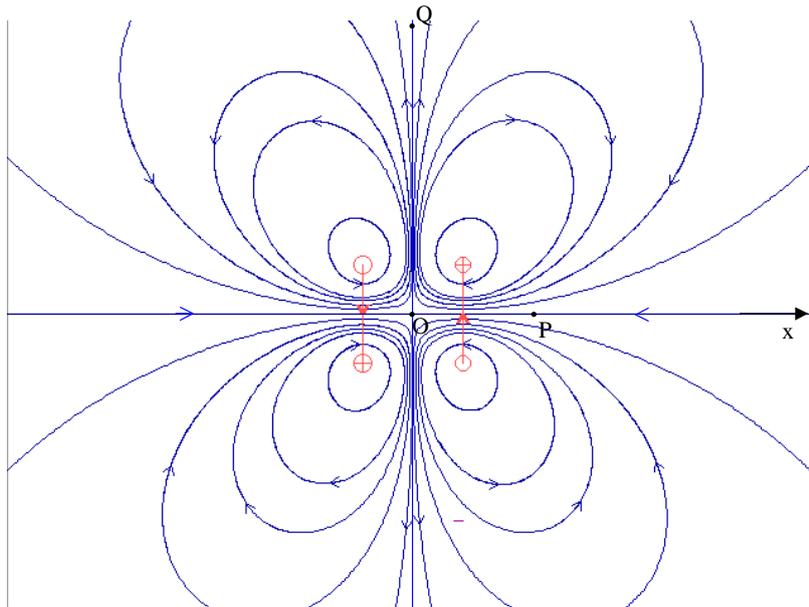


TD N°10 – Magnétostatique

EXERCICE 1 : Champ créé par deux bobines plates

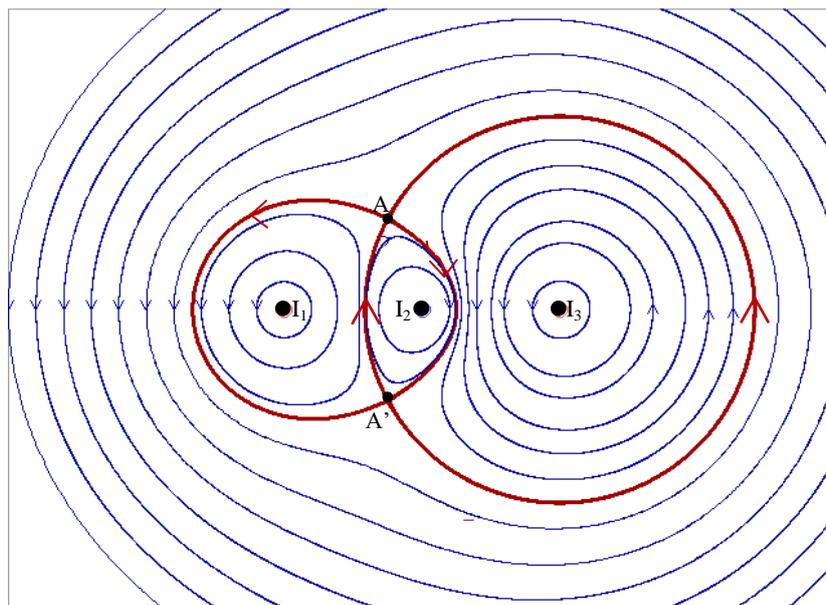
La figure représente les lignes de champ du champ magnétique créé par deux bobines plates circulaires identiques de N spires centrées sur l'axe Ox et parcourues par des courants I_1 et I_2 .

- 1) Discuter des liens entre les symétries du champ et la distribution qui le crée.
- 2) Déterminer la valeur du champ \vec{B} en O .
- 3) Donner un ordre de grandeur du rapport $\frac{B(P)}{B(Q)}$ des normes du champ \vec{B} en P et en Q .



EXERCICE 2 : Etude de la topographie d'un champ

La figure représente les lignes du champ magnétique créé par trois fils infiniment longs, perpendiculaires au plan de la figure, parcourus par les courants I_1 , I_2 et I_3 .

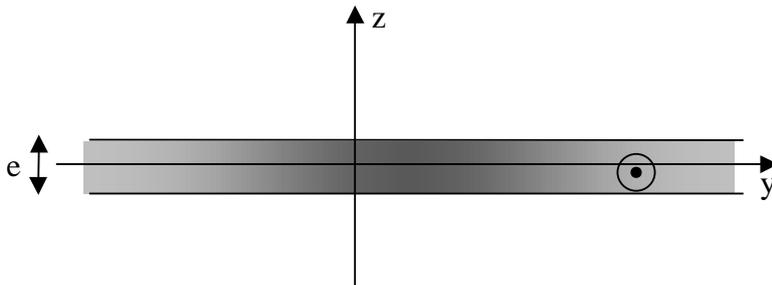


- 1) Déterminer sans aucun calcul le signe de I_1 , I_2 , I_3 et celui de la somme $I_1 + I_2 + I_3$.
- 2) Quelle est la valeur du champ \vec{B} en A et en A' ?
- 3) Sachant que $|I_2| = 1 \text{ A}$, calculer une valeur approchée de I_1 et de I_3 .

EXERCICE 3 : Distribution volumique de courant

Entre les deux plans infinis de côtes $z = -\frac{e}{2}$ et $z = +\frac{e}{2}$ existe un courant de densité volumique uniforme : $\vec{j} = j\vec{u}_x$ avec $j > 0$.

1. Quelles sont les symétries et les invariances de la distribution de courant ?
En déduire celles du champ magnétique \vec{B} créé par celle-ci
2. Calculer le champ \vec{B} en tout point de l'espace.
3. Etudier le cas limite $e \rightarrow 0$, le produit $j \cdot e$ restant constant. Evaluer sous forme d'un produit vectoriel la discontinuité du champ magnétique.



EXERCICE 4 : Pression magnétique

Un « manchon » cylindrique conducteur creux d'axe Oz, infiniment long a pour rayon intérieur R et pour rayon extérieur $R + e$.

Il est parcouru par un courant permanent I, de densité $\vec{j} = j\vec{e}_z$ uniforme dans le conducteur.

- 1) a) Exprimer le vecteur densité volumique de courant \vec{j} en fonction de I, e et R.
b) Si $e \ll R$, montrer que l'on peut assimiler la distribution de courant à une nappe surfacique cylindrique à condition d'introduire un vecteur densité surfacique de courant \vec{j}_s que l'on exprimera en fonction de j et e.
- 2) On revient à la description volumique. Calculer le champ \vec{B} en tout point de l'espace.
- 3) On se place dans l'hypothèse $e \ll R$.
Exprimer \vec{B} en tout point intérieur ; on posera : $r = R + u$ et on linéarisera l'expression de B(u).
- 4) On cherche à déterminer l'action mécanique de \vec{B} sur le conducteur lui-même.
 - a) Calculer la force de LAPLACE subie par un élément de volume : on mettra cette force sous la forme : $d\vec{F} = f(u)Rd\theta dz du \vec{e}_r$.
 - b) En déduire l'expression de la force magnétique appliquée à un élément de tube d'aire δS .
 - c) Définir et calculer la *pression magnétique* P_m en fonction de I et R.
 - d) $I = 1000$ A, $R = 1$ cm, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ H.m⁻¹. Calculer P_m . Commenter.