

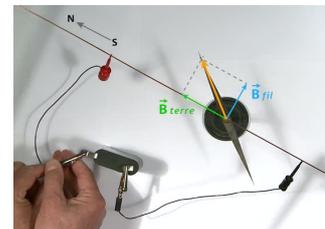
DEVOIR DE MÉTHODE

Champs magnétostatiques

La Recette

- ✓ **Étape 1** : Choisir un système de coordonnées adapté pour exprimer le champ magnétique.
- ✓ **Étape 2** : Étudier les symétries de la distribution de courant et simplifier l'expression du champ.
- ✓ **Étape 3** : Étudier les invariances de la distribution de courant et simplifier l'expression du champ.
- ✓ **Étape 4** : Définir un contour d'Ampère adapté à la situation.
- ✓ **Étape 5** : Calculer la circulation magnétique le long du contour d'Ampère.
- ✓ **Étape 6** : Appliquer le théorème d'Ampère en distinguant les éventuels cas possibles.
- ✓ **Étape 7** : Déterminer d'autres grandeurs magnétostatiques (inductance) à partir du champ.

On souhaite étudier la structure du champ magnétique généré par des systèmes à haut degré de symétrie. Cela permet de modéliser de manière très simple des situations réelles plus complexes, comme l'expérience photographiée ci-contre dans laquelle une aiguille de boussole est déviée lorsqu'elle est placée à proximité d'un fil conducteur dans lequel circule un courant électrique d'intensité I .



On décide de modéliser le fil par un cylindre de rayon R et de considérer que l'environnement dans lequel baigne le fil est assimilable au vide. On munit l'espace d'un repère $(\vec{e}_i, \vec{e}_j, \vec{e}_k)$ et on notera respectivement B_i, B_j et B_k les composantes du champ magnétique dans cette base.

🔗 **Étape 1** - Donner la forme générale du champ magnétique généré par le fil dans le modèle proposé.

🔗 **Étape 2.a** - Donner les plans de symétrie de la distribution de courant.

🔗 **Étape 2.b** - Dédire une expression simplifiée du champ magnétique.

🔗 **Étape 3.a** - Préciser les invariances de la distribution de courant.

🔗 **Étape 3.b** - Dédire une expression simplifiée du champ magnétique.

🔗 **Étape 4** - Définir le contour d'Ampère à considérer dans ce cas.

🔗 **Étape 5** - Calculer la circulation magnétique C_B du champ le long du contour d'Ampère choisi.

🔗 **Étape 6.a** - Énoncer le théorème d'Ampère'.

🔗 **Étape 6.b** - Appliquer le théorème d'Ampère dans le cas $r < R$.

🔗 **Étape 6.c** - Appliquer le théorème d'Ampère dans le cas $r > R$.

🔗 **Étape 6.d** - Dédurre l'expression de $\vec{B}(M)$ en tout point M de l'espace.

🔗 **Étape 6.e** - Représenter graphiquement $\|\vec{B}(r)\|$.

