

## EM15 : Champ magnétique L'essentiel

**Force de Lorentz** La force de Lorentz est la force que subit une particule chargée lorsqu'elle est plongée dans un champ électromagnétique :

$$\vec{f} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

La partie magnétique de cette force permet de prouver l'existence du champ magnétique. Ce champ magnétique s'exprime en Tesla (T) ou  $kg.A^{-1}.s^{-2}$ .

**Mouvement d'une particule chargée** Une particule chargée dans un champ électromagnétique subit la force de Lorentz donc possède un mouvement :

- Le champ  $\vec{E}$  permet d'accélérer la particule et dans certains cas, la dévier pour qu'elle est une trajectoire parabolique.
- Le champ  $\vec{B}$  permet de lui donner un mouvement circulaire ou en hélice.

Dans un accélérateur de particules, les deux champs permettent d'obtenir les trajectoires adéquates pour réaliser des collisions entre particules chargées.

**Courant filiforme** On s'intéresse dans ce chapitre à des courants filiformes, c'est à dire des courants circulant dans des fils dont l'épaisseur est négligeable.

**Loi de Biot et Savart** Elle permet de calculer, par intégration du champ magnétique élémentaire, le champ magnétique créé par une distribution de courant en un point M distant de r de cette distribution :

$$\vec{B} = \int d\vec{B} = \int_{P \in L} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \vec{PM}}{PM^3}$$

Le champ magnétique est défini et continu partout sauf aux points où passe le ou les courants à l'origine du champ.

Pour trouver le sens du champ magnétique, on utilise la règle du tire-bouchon : on fait tourner le premier vecteur  $d\vec{l}$  vers le deuxième  $\vec{PM}$ , si ce sens de rotation est la droite, on visse le tire-bouchon, le champ magnétique est dans le sens de ce vissage.

**Lignes de champ magnétique** Comme pour le champ électrostatique, en tout point de l'espace le champ magnétique est tangent à des lignes orientées dans le sens du champ, ces lignes sont des lignes de champ.

Leur dessin autour d'une source de champ magnétique se nomme spectre magnétique.

**Le champ magnétique est un pseudo-vecteur** L'orientation du champ magnétique dépend de l'orientation de la base choisie. La règle du tire-bouchon n'est valable que pour un espace ayant une base directe.

Cette notion a une importance lorsque l'on parle de symétrie : une base passant de directe à indirecte lors d'une symétrie par rapport à un plan, le champ magnétique changera de sens lors de cette même symétrie.

**Invariances** le système des invariances est le même que pour le champ électrique, si la distribution de courants est invariante par translation (suivant  $z$  par exemple) ou par rotation (suivant  $\theta$  par exemple), l'expression du champ magnétique dépendra pas de cette coordonnées.

### Symétries et antisymétries

**Symétries** Si on peut trouver un plan de symétrie de la distribution de courants, alors le champ magnétique créé par cette distribution est orthogonal à ce plan. Les champs magnétiques, en deux points  $M$  et  $M'$  symétriques par rapport à un plan de symétrie de la distribution de courants, sont antisymétriques.

**Antisymétries** Si on peut trouver un plan d'antisymétrie de la distribution de courants, alors le champ magnétique créé par cette distribution est contenu dans ce plan. Les champs magnétiques, en deux points  $M$  et  $M'$  symétriques par rapport à un plan d'antisymétrie de la distribution de courants, sont symétriques.

### Champ magnétique créé par un fil infini parcouru par un courant $I$

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\theta$$