

## Leçon 9

# Champ d'un courant électrique

Un champ magnétique se produit lorsque des charges électriques sont en mouvement. Autrement dit, seule l'électricité dynamique peut engendrer un champ magnétique; l'électricité statique en est incapable. De plus, ce champ magnétique n'existe que lorsque le courant circule. Dès que le courant cesse, le champ magnétique disparaît. Il existe donc un lien entre l'électricité et le magnétisme, ce que l'on appelle **électromagnétisme**.

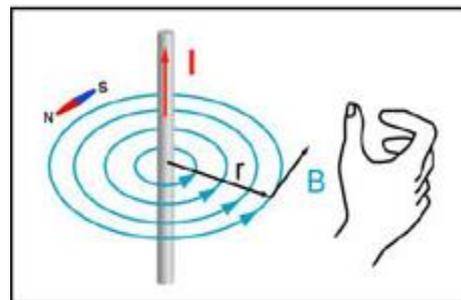
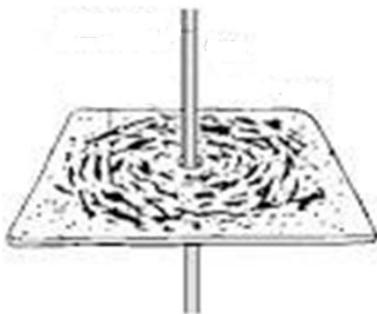
### 1. Champ d'un courant rectiligne:

#### Expérience d'Ørsted:

En 1819, Ørsted fut établi l'expérience de la manière suivante: une aiguille aimantée NS, placée au voisinage d'un fil rectiligne orienté nord-sud, dévie de sa position d'équilibre parallèle au fil dès qu'il passe du courant dans ce fil. **Le courant crée donc un champ magnétique qui agit sur l'aiguille.** Ørsted constata que la déviation de l'aiguille changeait de sens quand le courant était inversé.

Le champ magnétique créé par un courant s'étudie de la même manière que celui qui est créé par un courant.

Le champ magnétique autour d'un fil droit prend toujours la forme de cercles concentriques dont le plan est perpendiculaire par rapport au fil. Les images suivantes représentent la forme du champ magnétique (sans orientation) autour d'un fil droit parcouru par un courant électrique. Que le fil soit vertical ou horizontal, le champ magnétique forme toujours des cercles concentriques autour du fil droit.



#### Remarque:

Nous pouvons vérifier ce résultat en faisant le spectre magnétique de ce champ. Pour cela, prenons un fil rectiligne vertical très long parcouru par un courant intense (au moins 10 ampères) et faisons-le traverser un carton horizontal bien rigide. Saupoudrons le carton de limaille de fer; celle-ci dessine des circonférences centrées sur le fil. Les sens des lignes de force peut aussi être donné par une règle due à Maxzell (règle de tire-bouchon ou d'un vis).

### 2. Lignes et sens du champ magnétique autour d'un fil droit (fil rectiligne):

Lorsqu'un courant circule dans le fil, les aiguilles aimantées se disposent en lignes fermées, appelées **lignes de champ**.

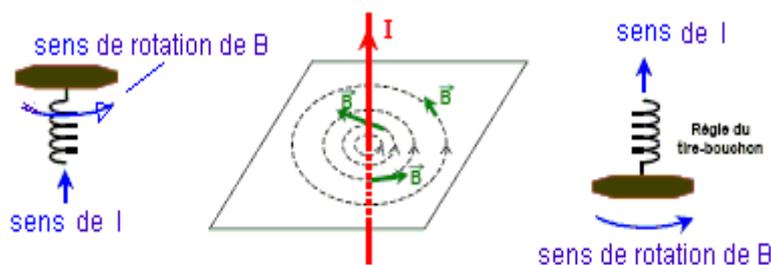
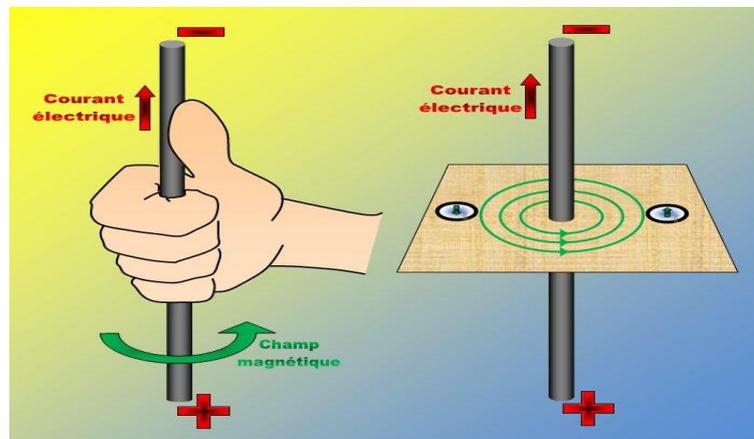
**Les lignes de champ sont des cercles concentriques.**

On peut connaître la forme et la direction des lignes du champ magnétique engendrées par le courant à l'aide de la première règle de la main droite. La règle de la main droite permet de déterminer **le sens du champ magnétique autour du fil droit**. On peut aussi utiliser une boussole pour déterminer le sens du champ magnétique puisque celle-ci pointe dans la même direction que le champ magnétique; elle sera donc perpendiculaire au fil électrique.

Comme le champ magnétique tourne sur lui-même, on ne peut pas dire que la champ magnétique sort par le nord et entre par le sud. Par conséquent, la champ magnétique d'un fil droit ne possèdera **jamais** le pôle nord et le pôle sud.

On enroule la main droite autour du fil droit en plaçant le pouce dans le même sens que le courant électrique (dans le sens conventionnel du courant)

Les doigts enroulés autour du fil représentent le sens de rotation du champ magnétique autour du fil (les doigts pointent dans le sens de rotation)

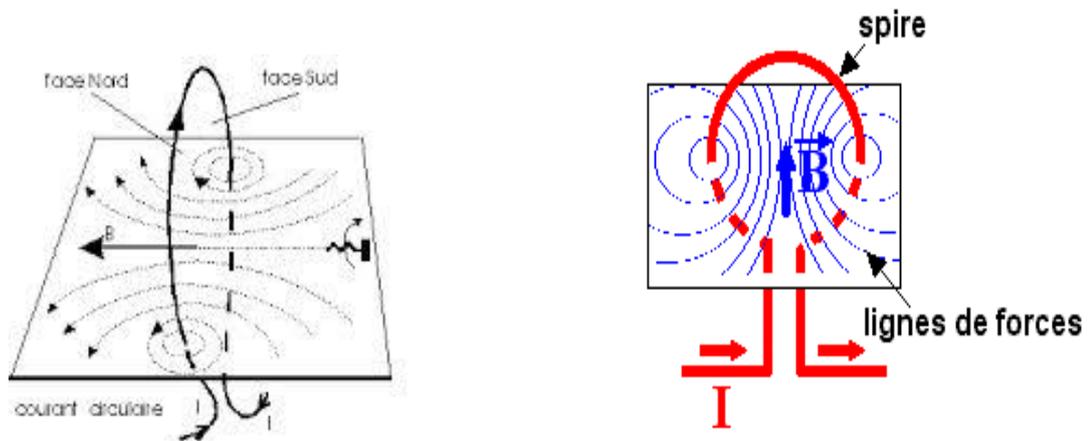


### 3. Champ magnétique créé par un courant circulaire (bobine plate):

Pour explorer le champ on dispose un plateau horizontal dans le plan médiamétral de la spire.

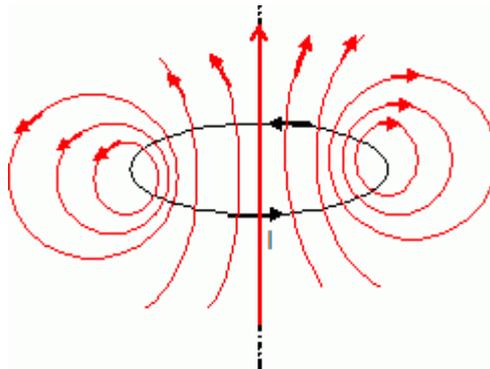
#### 1/ Forme du spectre:

- Vers le centre de la spire les lignes de champ sont pratiquement des droites.
- En se rapprochant des points où la spire coupe le plan, les lignes se courbent de plus en plus.
- Autour des traversées du plan on voit des courbes fermées qui sont des cercles à peine déformés.



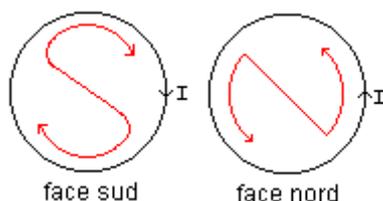
## 2/ Sens des lignes de champ:

Quelques aiguilles aimantées nous donnent le sens: les règles de la main droite et le tire-bouchon s'appliquent directement: **le sens des lignes de champ est celui dans lequel progresse un tire-bouchon que l'on fait tourner dans le sens du courant.**



## 3/ Faces de de la spire:

Le pôle nord de la boussole se dirige vers la face qui est vers nous: c'est une **face Sud** puisqu'elle attire le pôle Nord de l'aiguille.

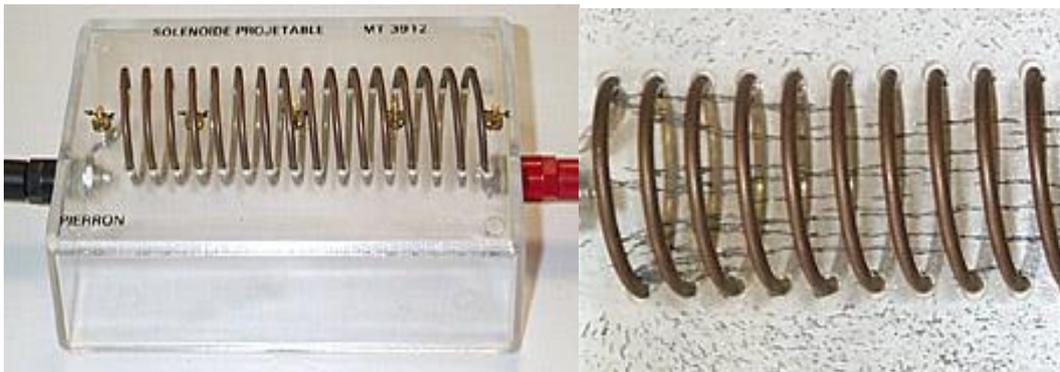


Un moyen facile à retenir pour trouver sans erreur le nom d'une face est d'inscrire dans celle-ci, celle des deux lettres **N** ou **S** qui a les flèches dans le sens du courant.

## 4. Champ magnétique créé par une bobine longue (solénoïde):

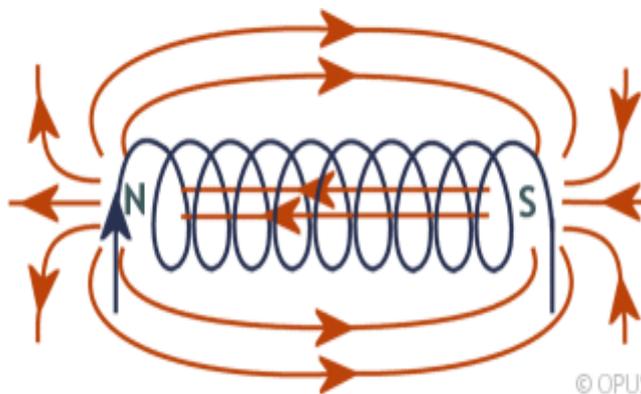
Un solénoïde est constitué par un fil conducteur enroulé en hélice régulière sur un cylindre.

**Définition:** Un solénoïde est dit "long" si sa longueur  $L$  est supérieure à dix fois son rayon  $r$  ( $L > 10.r$ )



## 1/ Forme des lignes :

- a) A l'intérieur, des lignes sont parallèles à l'axe de la bobine sauf au voisinage des fils où ce sont des cercles à peine déformés parce que les spires ne sont pas jointives. **Le champ intérieur est donc sensiblement uniforme et sa direction est celle de l'axe du solénoïde.**
- b) A l'extérieur, le spectre est identique à celui d'un aimant droit.

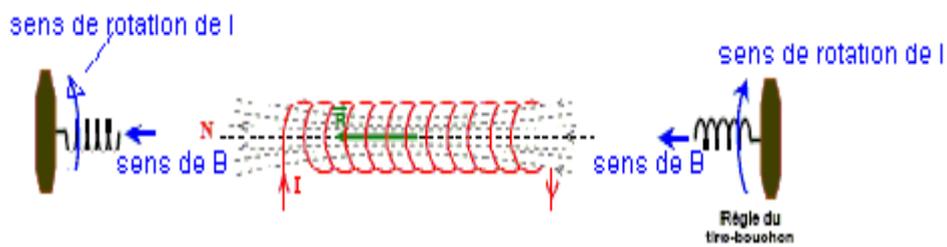
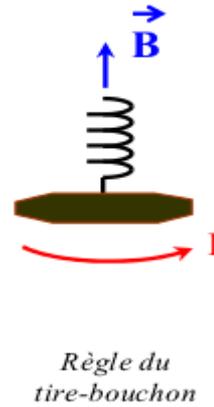
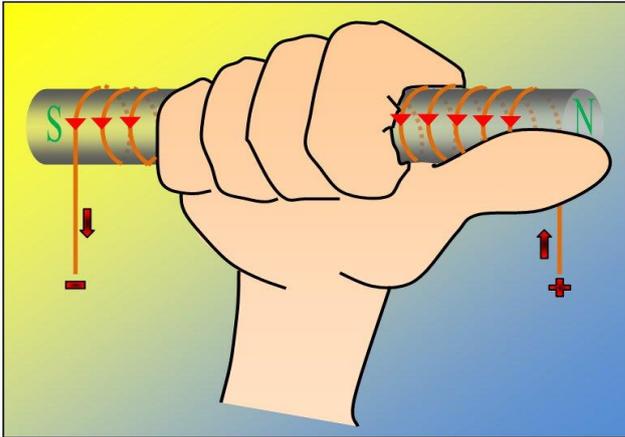


- c) Les lignes de champ sortent du solénoïde par sa face nord et y entrent par sa face sud.

## 2/ Sens :

Deux méthodes très simples sont disponibles :

- La règle du tire-bouchon de Maxwell : le sens de rotation du tire-bouchon est celui du courant et sa progression indique le sens des lignes de champ donc le sens du champ magnétique.
- Le tracé très simple d'un S " fléché ", ou d'un N " fléché ", qui respecte le sens du courant donne les pôles de la bobine.



Dans un solénoïde long, le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  est constant.

**Valeur du champ à l'intérieur du solénoïde :**

Soit  $N$  le nombre de spires du solénoïde et soit  $L$  sa longueur. On pose :  $n = \frac{N}{L}$   
 ( $n$  : nombre de spires par mètre)