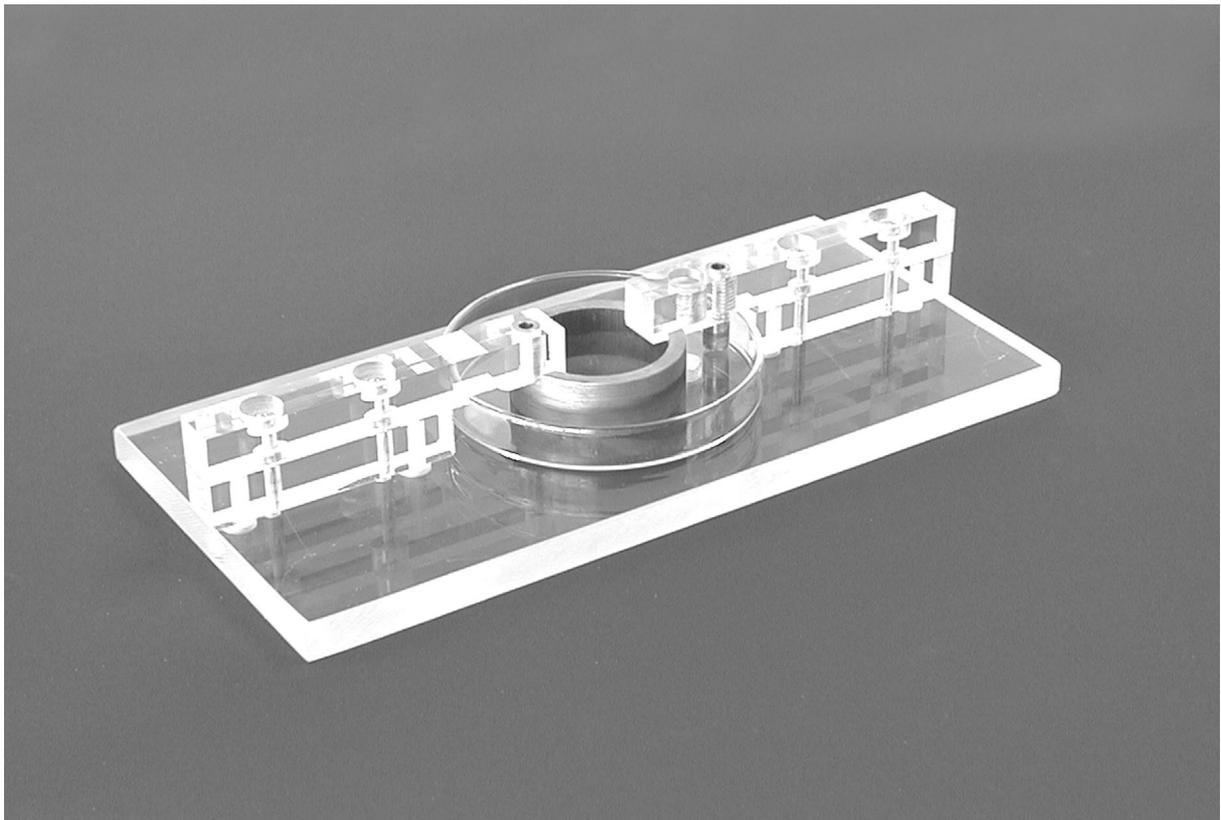


# Force de Lorentz

EM 1700 11112



## Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique  
de l'Enseignement de la Communauté française

# 1. Rappel théorique

Lorsque des ions se déplacent perpendiculairement à un champ magnétique, ils sont soumis à une force électromagnétique telle que  $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$

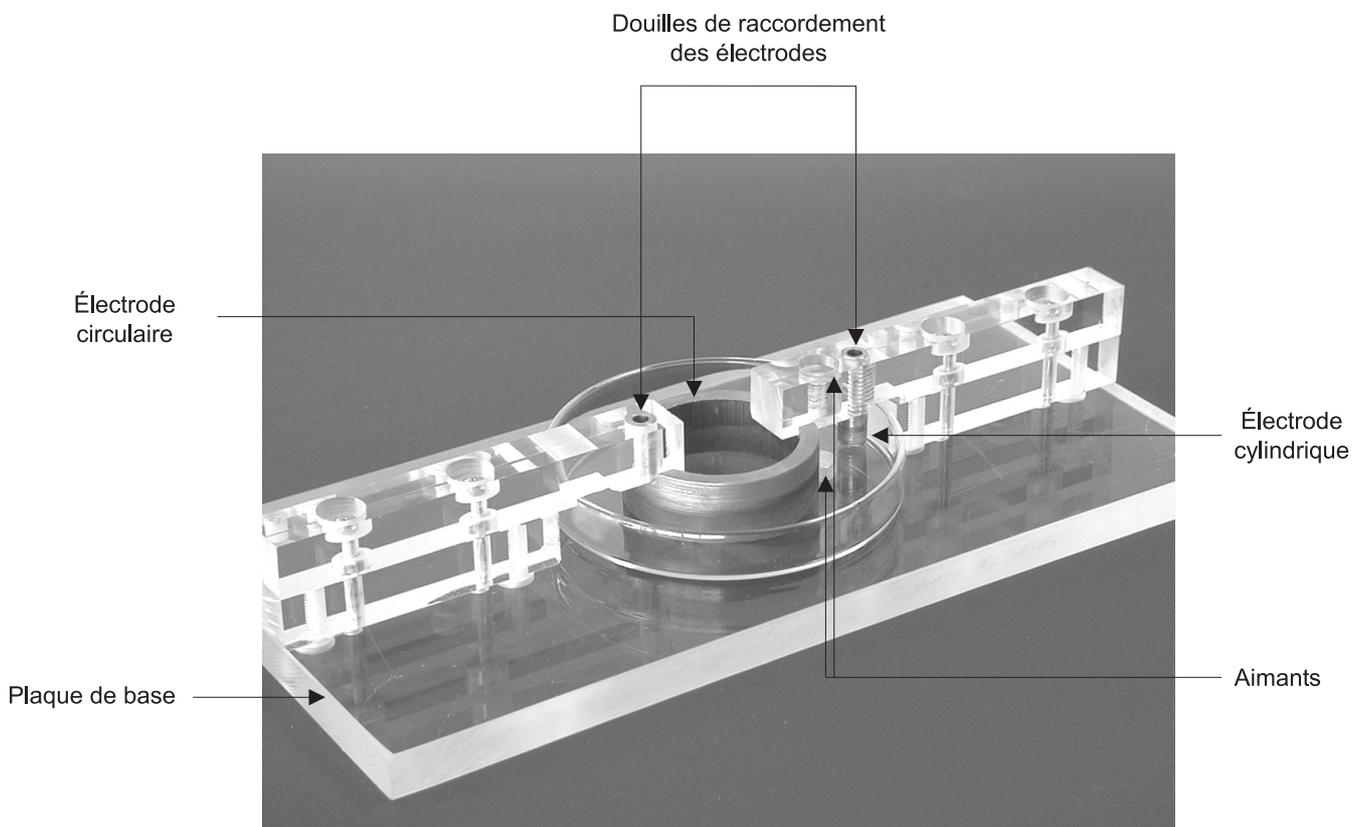
- où  $\vec{F}$ : force électromagnétique (N)  
q: charge électrique de l'ion (C)  
 $\vec{v}$ : vitesse des charges ( $\frac{m}{s}$ )  
 $\vec{B}$ : champ magnétique (T)

# 2. Description de l'appareil

L'appareil est constitué d'une plaque de base transparente en plexiglas sur laquelle est placé un récipient cylindrique en verre contenant une solution de sulfate de cuivre 1 mol/l.

Dans ce récipient se trouvent deux électrodes en cuivre: une circulaire et une cylindrique. Deux aimants puissants (néodyme - fer - bore) produisent un champ magnétique entre les électrodes. L'ensemble peut être placé sur un rétroprojecteur pour une meilleure visualisation; il est complètement démontable et lavable à l'eau.

L'appareil est un substitut à la roue de Barlow; il a l'avantage de fonctionner sans mercure.



## 3. Fonctionnement

### 3.1. Matériel

- 1 appareil pour l'étude de la force de Lorentz
- 1 générateur de tension continue variable (environ 10 V, 0,5 A)
- 60 ml de solution de  $\text{CuSO}_4$  1 mol/l
- 1 boussole
- Sciure de bois ou poussière de craie
- Fils de connexion
- 1 rétroprojecteur (facultatif)

### 3.2. Manipulation

1. Repérer, à l'aide de la boussole, le sens des lignes de champ magnétique entre les deux aimants et noter le résultat. Placer ensuite l'appareil sur la vitre du rétroprojecteur (facultatif).
2. Connecter l'appareil au générateur de tension continue sans s'occuper de la polarité des électrodes. Repérer et noter cette polarité.
3. Verser délicatement la solution de sulfate de cuivre entre les électrodes et y déposer quelques particules de sciure de bois ou quelques grains de poussière de craie. Attendre quelques secondes jusqu'au moment où le liquide est parfaitement au repos.
4. Augmenter progressivement la tension aux bornes du générateur jusqu'au moment où la solution se met en mouvement (environ 6 à 10 V; l'intensité du courant est alors voisine de 200 mA).
5. Repérer le sens de rotation du liquide et le noter.
6. Inverser les fils de connexion du générateur et observer le mouvement de la solution.

### 3.3. Observations

Champ magnétique: vertical, orienté vers le bas<sup>1</sup>.

Polarisation des électrodes: électrode circulaire: positive;  
électrode cylindrique: négative.

Sens de rotation du liquide: antihorlogique.

Si on inverse le sens du courant entre les électrodes, la solution se met à tourner dans le sens horlogique.

---

<sup>1</sup> Dans certains appareils, le champ magnétique est orienté vers le haut.

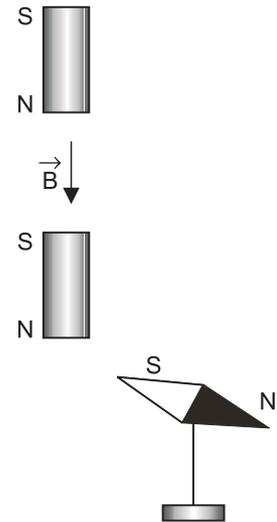
## 4. Explications

En approchant une boussole du champ magnétique produit par les deux aimants, on peut déterminer le sens des lignes de champ.

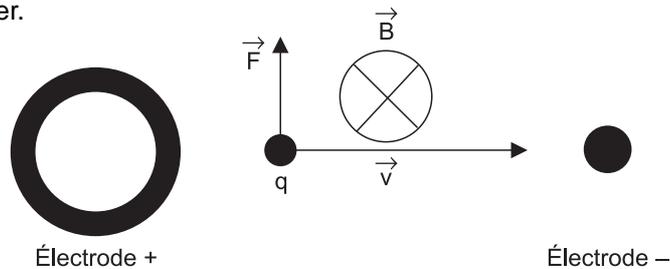
Ainsi, sur le dessin ci-contre, en approchant l'aiguille de la boussole de la partie inférieure de l'aimant incrusté dans la plaque de base, on observe que le pôle Sud de la boussole est attiré par cette partie de l'aimant. Cette dernière est donc un pôle N. Par opposition, la partie supérieure de cet aimant est un pôle S.

On procède de la même façon pour repérer les pôles de l'aimant placé dans la partie supérieure de l'appareil.

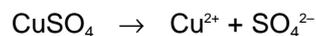
Supposons que la situation soit celle reprise ci-contre,  $\vec{B}$  étant orienté vers le bas (c'est le sens S  $\rightarrow$  N de l'aiguille d'une boussole placée entre les deux aimants).



Puisque la polarité des électrodes a été repérée, une vue du dessus nous montre la situation telle qu'elle peut se présenter.



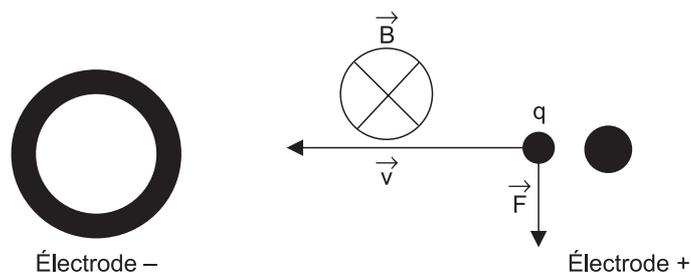
Le  $\text{CuSO}_4$  s'ionise de la façon suivante:



Les ions  $\text{Cu}^{2+}$  se déplacent de gauche à droite avec une vitesse  $\vec{v}$ . Ils sont soumis à une force  $\vec{F}$  orientée vers le haut (car  $\vec{F} = q \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$  et la charge  $q$  est positive). En raison de la géométrie du système, les ions  $\text{Cu}^{2+}$  font tourner le liquide dans le sens antihorlogique.

Les ions  $\text{SO}_4^{2-}$  se déplacent de droite à gauche avec une vitesse  $\vec{v}'$ . Ils sont soumis également à une force  $\vec{F}'$  orientée vers le haut (car  $\vec{F}' = q \cdot \vec{v}' \wedge \vec{B}$  et la charge  $q$  est négative). Ainsi, les ions  $\text{SO}_4^{2-}$  participent aussi au mouvement du liquide dans le sens antihorlogique.

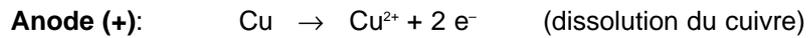
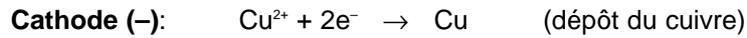
Si on inverse la polarité des électrodes, on inverse le sens des vecteurs  $\vec{v}$  et  $\vec{v}'$ . On a:



Cette fois, la force  $\vec{F}$  entraîne les ions dans un mouvement horlogique.

## Remarque

Lors de l'électrolyse, certains dépôts peuvent apparaître dans la solution. Ils proviennent des atomes de cuivre qui n'adhèrent pas correctement à la cathode. En effet, on a:



## 5. Nettoyage de l'appareil

L'appareil a été conçu pour être entièrement démontable. Toutes les pièces peuvent ainsi être lavées et nettoyées séparément.

Avant le nettoyage, débrancher les fils de connexion, puis:

1. Maintenir, avec une main, la plaque de base ainsi que l'électrode circulaire; de l'autre main, soulever la réglette supérieure ne contenant pas d'aimant.
2. Enlever l'électrode circulaire en la faisant glisser.
3. Maintenir, avec une main, la plaque de base ainsi que le récipient en verre; avec l'autre main, soulever la réglette supérieure contenant l'aimant.
4. Laver et nettoyer à l'eau claire les éléments souillés; les sécher.
5. Remonter l'appareil dans l'ordre inverse où il a été démonté, en veillant à ce que les rainures découpées dans la partie inférieure des réglettes s'emboîtent parfaitement dans le récipient cylindrique en verre.