

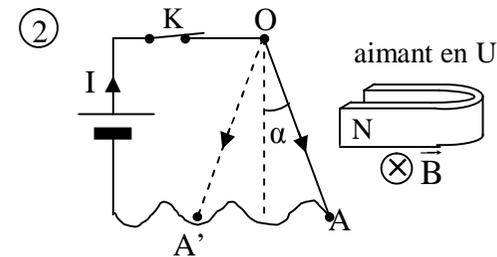
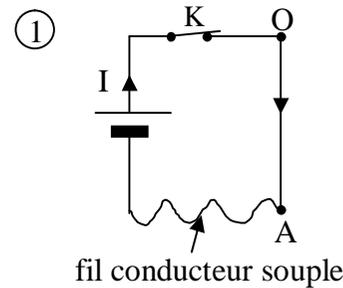


# LOI DE LAPLACE

## I) Force électromagnétique

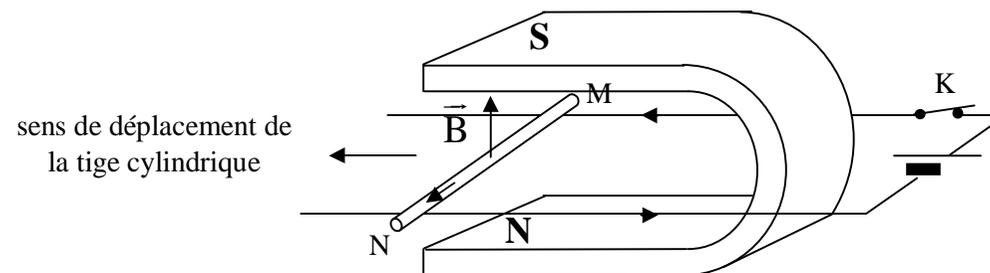
### 1° Mise en évidence expérimentale

#### 1.1° Tige de Laplace



A l'approche d'un aimant en U, le conducteur métallique dévie d'un angle  $\alpha$  par rapport à la verticale. Si on intervertit les bornes du générateur ou si on inverse le sens du champ  $\vec{B}$ , la déviation se fait dans l'autre sens (vers le point A').

#### 1.2° Rails de Laplace



En l'absence de courant la tige métallique MN, placée perpendiculairement sur les rails, reste immobile. Lorsque le courant circule on observe un déplacement de la tige. Ce déplacement se fait perpendiculairement aux rails et son sens change si on intervertit les bornes du générateur ou si on inverse le sens du champ  $\vec{B}$ .

## 2° Loi de Laplace

### 2.1° Enoncé de la loi

Un conducteur métallique rectiligne de longueur  $L$ , parcouru par un courant électrique d'intensité  $I$  et placé dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ , est soumis à l'action de la force électromagnétique  $\vec{F}$  appelée force de Laplace telle que :

$$\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$$

Le vecteur  $\vec{L}$  a le même sens que le courant  $I$ .



### 2.2° Caractéristiques de la force de Laplace

Les caractéristiques de la force de la force électromagnétique ou force de Laplace sont :

- point d'application : milieu de  $L$  ;
- direction : perpendiculaire au plan défini par  $I\vec{L}$  et  $\vec{B}$  ;
- sens : tel que le trièdre  $(\vec{L}, \vec{B}, \vec{F})$  est direct ;
- valeur :  $F = ILB|\sin\alpha|$  avec  $\alpha = (\vec{I\vec{L}}, \vec{B})$ .

#### Remarque :

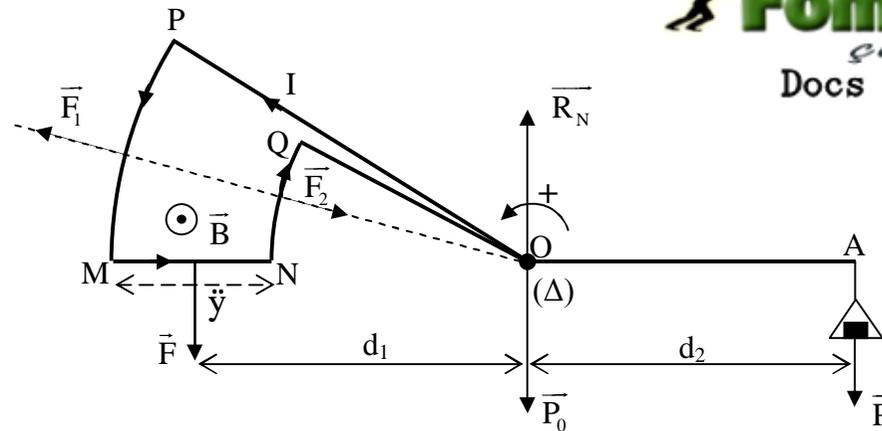
- \* si  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  rad,  $F = ILB$
- \* La règle du bonhomme d'Ampère ou celle des trois doigts de la main droite permet de retrouver le sens du vecteur  $\vec{F}$ .

## II) Application : Balance de Cotton

La balance de Cotton est un appareil qui permet de mesurer l'intensité d'un champ magnétique  $\vec{B}$  et dont le principe est basé sur la loi de Laplace.

Le dispositif comprend :

- Un bras de fléau OA relié à un plateau lequel on dépose des masses marquées pour réaliser l'équilibre de la balance ;
- Un circuit électrique rigide OPMNQ fixé dans le plan vertical sur l'autre bras de fléau alimenté par un dispositif approprié. La partie PMNQ baigne dans le champ magnétique à mesurer.



**Fomesoutra.com**  
*ça soutra !*  
 Docs à portée de main

Les forces appliquées au dispositif sont : le poids  $\vec{P}_0$  de la balance, la réaction de l'axe  $\vec{R}_N$ , le poids  $\vec{P}$  des masses marquées, les forces électromagnétiques  $\vec{F}$ ,  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ .

A l'équilibre, la somme des moments des forces appliquées est nulle :  $\sum M_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0$

$$\Rightarrow M_{\Delta}(\vec{P}_0) + M_{\Delta}(\vec{R}_N) + M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{F}_1) + M_{\Delta}(\vec{F}_2) + M_{\Delta}(\vec{P}) = 0$$

$M_{\Delta}(\vec{P}_0) = M_{\Delta}(\vec{R}_N) = M_{\Delta}(\vec{F}_1) = M_{\Delta}(\vec{F}_2) = 0$ , car les droites d'action de ces forces passent par l'axe de rotation ( $\Delta$ ).

$$\Rightarrow M_{\Delta}(\vec{F}) + M_{\Delta}(\vec{P}) = 0 \quad \text{or} \quad F = I\ell B \Rightarrow M_{\Delta}(\vec{F}) = I\ell B d_1 \quad \text{et} \quad P = -mgd_2$$

$$\Rightarrow I\ell B d_1 - mgd_2 = 0 \quad \text{soit} \quad B = \frac{mgd_2}{I\ell d_1}$$

Dans la pratique on a  $d_1 = d_2$ , d'où :

$$B = \frac{mg}{I\ell}$$