



Leçon 7 (TD) Leçon 8 (TCE) LA LOI DE LA PLACE

1) Situation d'apprentissage

Lors de la lecture d'une revue scientifique, un élève de la classe de Terminale C<sub>1</sub> au Lycée Moderne de Man, apprend que lorsqu'une tige métallique parcourue par un courant électrique est plongée dans un champ magnétique, il s'exerce sur elle une force électromagnétique. L'élève partage cette information à ses camarades de classe qui, afin de mieux s'appropriier cette force, entreprennent de déterminer ses caractéristiques, de la représenter et d'en analyser quelques applications.

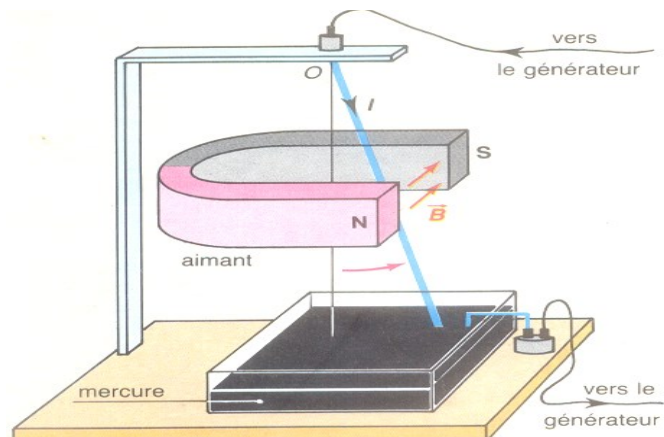
2) Contenu de la leçon

I. La force de Laplace

1. Mise en évidence expérimentale de la force de Laplace

1.1 La tige de Laplace

1.1.1. Expérience



1.1.2. Observations

- Si aucun courant ne circule : la tige reste verticale
- Lorsqu'un courant circule, la tige pivote autour du point O d'un angle  $\alpha$  en restant dans le plan perpendiculaire à  $\vec{B}$ .

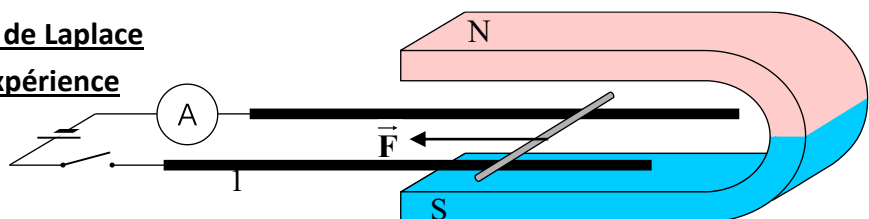
Le sens de la déviation est fonction du sens du courant électrique et des pôles de l'aimant. L'angle  $\alpha$  augmente avec l'intensité du courant électrique ou du champ magnétique.

1.1.3. Conclusion

La tige parcourue par un courant électrique et placée dans le champ magnétique, subit une force électromagnétique appelée **force de Laplace**. Cette force dépend de l'intensité du courant électrique et du champ magnétique.

1.2. Les rails de Laplace

1.2.1. Expérience



### 1.2.2. Observations

- En absence de courant, la tige reste immobile
- Lorsqu'un courant circule, la tige se déplace perpendiculairement au champ magnétique. Le sens du déplacement est lié au sens du courant électrique et aux pôles de l'aimant.

### 1.2.3. Conclusion

Le conducteur parcouru par un courant électrique et placé dans le champ magnétique, subit une force électromagnétique appelée force de Laplace.

## 2. LOI DE LAPLACE

### 2.1. Enoncé de la loi de Laplace.

Un conducteur rectiligne de longueur  $\ell$ , parcouru par un courant électrique d'intensité  $I$  et placé dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  subit une force électromagnétique  $\vec{F}$  appelée force de Laplace.

Son expression est :  $\vec{F} = I \vec{\ell} \wedge \vec{B}$

Avec  $\vec{\ell}$  orienté dans le sens du courant.

### 2.2. Caractéristiques de la force de Laplace $\vec{F}$ .

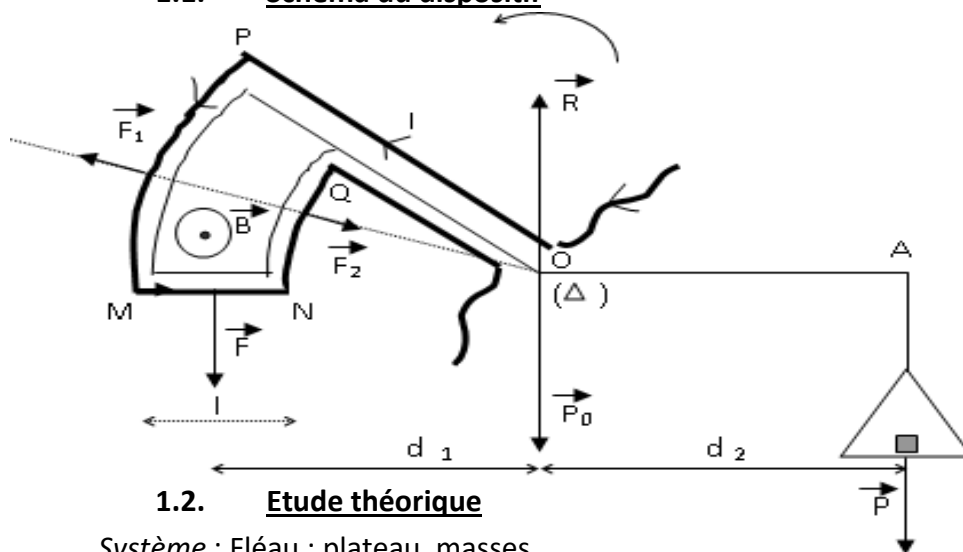
- Point d'application : milieu du conducteur baignant dans le champ magnétique
- Direction :  $\perp$  au plan formé par  $I \vec{\ell}$  et  $\vec{B}$
- Sens : tel que le trièdre  $I \vec{\ell}$ ,  $\vec{B}$  et  $\vec{F}$  soit direct
- Norme :  $F = I \ell B |\sin \alpha|$

## II- APPLICATION

### 1. Balance de Cotton

La balance de Cotton permet de déterminer l'intensité d'un champ magnétique.

#### 1.1. Schéma du dispositif



#### 1.2. Etude théorique

Système : Fléau ; plateau, masses

Bilan des forces :

- Le poids  $\vec{P}_0$  du fléau
- La réaction  $\vec{R}$  de l'axe

- Le poids  $\vec{P}$  des masses
- Les forces de Laplace sur le cadre PMNQ

Condition d'équilibre : Appliquons le théorème des moments :

$$I \ell B d_1 = mg d_2 \quad \text{or } d_1 = d_2$$

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

### 1.3. Etude expérimentale

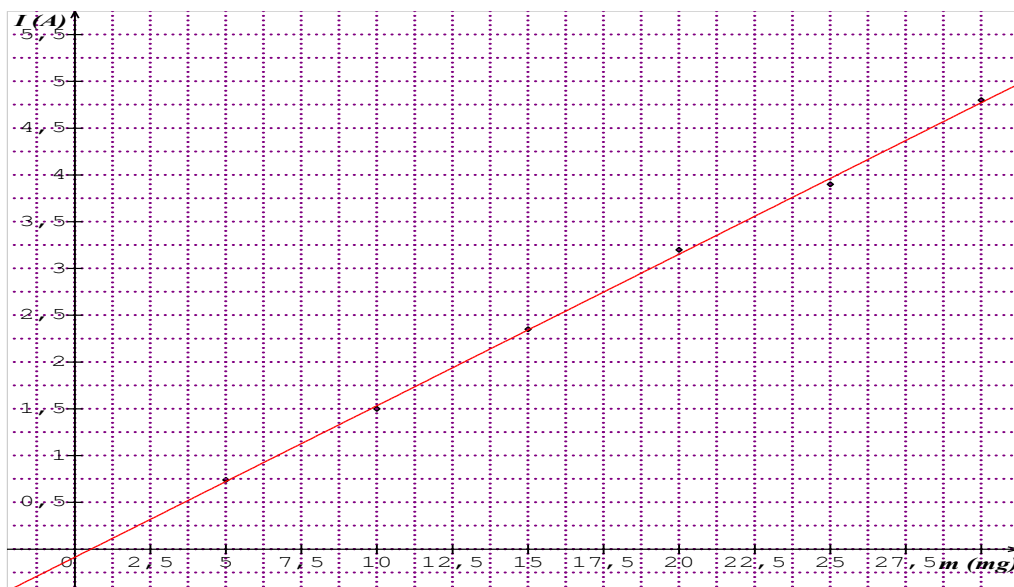
- Expérience

Pour différentes valeurs des masses marquées posées dans le plateau, déterminons l'intensité du courant électrique  $I$  nécessaire au rétablissement de l'équilibre de la balance.

- Résultats

$m$ (mg)	5	10	15	20	25	30
$I$ (A)	0,74	1,5	2,35	3,2	3,9	4,8

- Exploitation des résultats



La courbe  $I = f(m)$  est une droite qui passe par l'origine du repère, son équation est de la forme :

$$I = k \cdot m$$

$$k = \frac{\Delta I}{\Delta m}$$

Or :  $I = \frac{g}{B \ell} m = k \cdot m$  donc par identification,  $k = \frac{g}{B \ell}$  d'où :  $B = \frac{g}{k \ell}$

Connaissant  $g$ ,  $k$  et  $\ell$ , on calcule la valeur de  $B$ .

## 2. La roue de Barlow

Une roue de cuivre de rayon R, peut tourner autour d'un axe perpendiculaire au plan de la roue et passant par le point O.

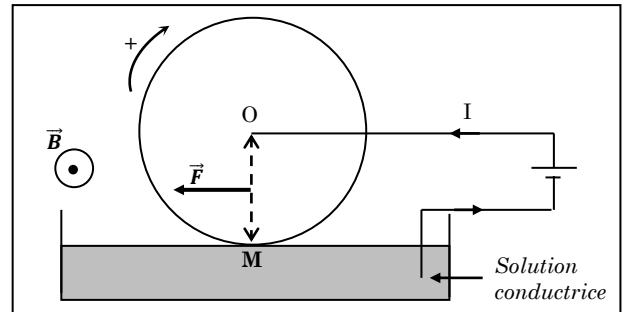
A chaque instant, le rayon OM est soumis à la force de Laplace  $\vec{F}$  appliquée à son milieu.

Le moment de la force de Laplace est :

$$\mathcal{M}(\vec{F}) = F \cdot \frac{R}{2} \text{ or } F = I B R$$

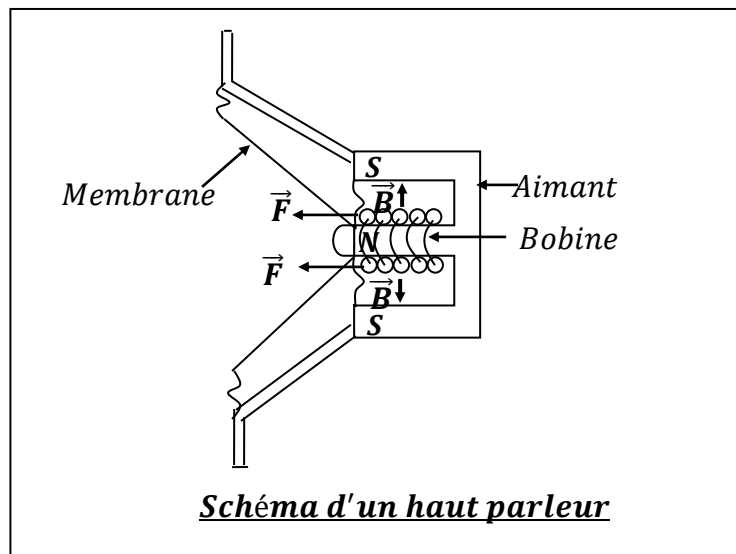
$$\mathcal{M}(\vec{F}) = \frac{I B R^2}{2}$$

La roue tourne sous l'effet du moment de la force de Laplace.



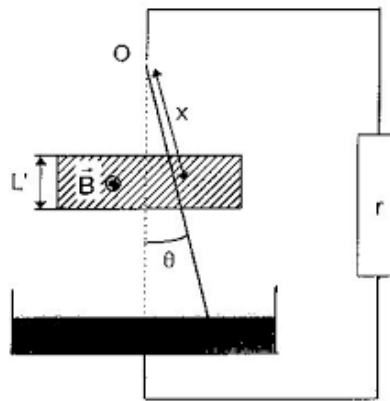
## 3. Le haut – parleur

La bobine solidaire de la membrane peut coulisser sur l'un des pôles de l'aimant. Lorsqu'elle est parcourue par le courant électrique alternatif, elle est soumise aux forces de Laplace qui font vibrer la membrane. Les variations de pression de l'air provoquent le son perçu.



### Situation d'évaluation

Au laboratoire de Physique-Chimie, un groupe d'élèves de terminale D réalisent le montage dont le schéma est décrit comme suit : un conducteur électrique de longueur  $\ell$ , de masse  $m$  est susceptible de tourner autour d'un axe horizontal passant par un point  $O$ . A l'équilibre le conducteur fait un angle  $\theta$  avec la verticale. Il est alors parcouru par un courant d'intensité  $I$ . Une portion du conducteur symétrique par rapport à son centre d'inertie est soumise à un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ .



Il t'ai demandé d'étudier l'équilibre du conducteur.

- 1) Exprime l'intensité de la force de LAPLACE en fonction de  $\theta$ ,  $I$ ,  $L'$  et  $B$ .
- 2) Représente les forces agissant sur le conducteur.
- 3) Ecris la relation d'équilibre du conducteur.
- 4) En déduis l'expression de l'intensité  $I$  du courant en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\theta$ ,  $L'$  et  $B$ .
- 5) Calcule l'intensité  $I$  du courant.

On donne  $m = 20 \text{ g}$  ;  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$  ;  $\theta = 30^\circ$  ;  $L' = 5 \text{ cm}$  ;  $B = 0,5 \text{ T}$