

En réalisant les expériences

*Suite à la publication d'un feuillet de proposition de travaux pratiques sur la loi de Laplace**

par Jean RENAUDIER

Section F2 (électronique), Lycée J.B. de la Salle, 69000 Lyon

Il s'agit de mesurer la force créée par un courant passant dans un champ magnétique constant. L'auteur utilise pour cette mesure la bobine d'un haut-parleur dont il repère la position géométrique à l'aide d'un levier servant d'aiguille.

- 1) au repos de la membrane ;
- 2) avec un poids posé sur le spider ;
- 3) avec le poids alors que le courant passe dans la bobine du haut-parleur.

Les positions 1) et 3) doivent être les mêmes. C'est donc une méthode de zéro qu'on emploie. A ce stade, commence la phase des calculs.

Il faut connaître l'intensité du courant, ce qui est aisé, ainsi que le nombre de spires dans la bobine du haut-parleur. On en déduit le champ dans l'entrefer.

Mes observations sont les suivantes :

- Il est courant en ce moment de mesurer des grandeurs physiques avec du matériel de récupération peu onéreux.
- C'est bien la loi de Laplace que l'on vérifie ici.
- Il est opportun de citer Laplace dans l'étude du haut-parleur.

Il faut noter tout de même qu'il existe déjà des dispositifs de mesure tout-à-fait adaptés à cette manipulation, mais j'ajouterai que :

* Le texte se trouve en annexe.

– Il est dommage de mettre hors d'usage des haut-parleurs en ordre de marche. En effet, il faut ôter la membrane pour pouvoir placer la baguette servant de repère. C'est un travail très délicat si l'on ne veut pas décentrer la bobine qui passe «juste» dans l'entrefer, d'autant qu'il faut en détruire un supplémentaire pour compter les spires. De plus, il faut que ce soit le même que celui utilisé pour les mesures. Personnellement, si j'ai été l'heureux bénéficiaire de matériel offert, j'ai rarement eu le bonheur de recevoir un jeu de plusieurs exemplaires identiques.

– Je me représente le professeur qui souhaite fixer une baguette près du speeder et reposant sur le bord du «saladier». La liaison doit être souple pour que la baguette puisse osciller sans décentrer la bobine. Elle doit être légère pour ne pas écraser la suspension, elle doit être longue pour que l'effet amplificateur soit notable et de surcroît rigide. Devant toutes ces difficultés, je renonce à mener l'expérience.

– Il faut ensuite essayer de poser un poids sur le speeder dont tout le monde sait qu'il est bombé pour augmenter la rigidité de l'ensemble suspendu. A noter que la partie la plus importante de la suspension a disparu avec l'ablation de la membrane. Quiconque s'est livré à l'autopsie d'un haut-parleur défunt ne peut s'empêcher de rester dubitatif.

– Je m'interroge sur les éventuels frottements occasionnés par la baguette.

– Je me demande également comment régler un courant dans une bobine dont la résistance est de l'ordre de quelques dixièmes d'ohms en courant continu, avec le matériel habituellement disponible dans les lycées et collèges. En outre, des précautions sont nécessaires pour ne pas dépasser l'intensité que peut supporter l'infortunée bobine.

– Toutes ces difficultés surmontées, on arrive au résultat de 0,62 tesla qui mesure l'induction dans l'entrefer. L'auteur ne manque pas de nous signaler qu'il s'agit d'un ordre de grandeur. D'ailleurs, on ne peut pas vérifier, puisque le constructeur du haut-parleur n'indique pas cette valeur, justement pour le modèle que l'on a sacrifié. Savez-vous pourquoi il s'agit d'un ordre de grandeur ? Tout simplement parce que le champ n'est pas uniforme dans l'entrefer. On n'envisage pas le cas de la baguette ayant pu glisser sur le bord du «saladier».

Je suggérerais que l'on réalise cette manipulation à l'envers : montrer les modifications de la position de la membrane lorsqu'un courant passe dans la bobine. Sans détruire le haut-parleur, avec des courants assez faibles, issus peut-être d'un élément de pile, on pourrait

montrer la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique. Un courant alternatif permettrait d'expliquer la mise en vibration d'un volume d'air dans le voisinage de la membrane pour restituer un son.

Annexe

Terminales C et E

Programme de Sciences Physiques applicable à la rentrée 1989

Proposition de T.P. sur la loi de LAPLACE

Actions électromagnétiques sur une bobine de haut-parleur

1. MATÉRIEL

Haut-parleurs identiques dont on a découpé la membrane pour faciliter les mouvements verticaux de la bobine. Celle-ci est guidée par le spider (figure 1) que l'on a ainsi dégagé.

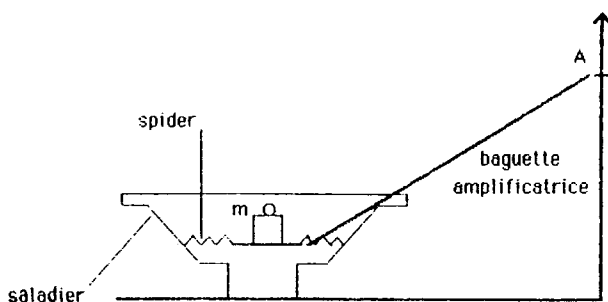


Figure 1

Un haut-parleur supplémentaire, identique aux autres a été totalement démonté, et l'on connaît ainsi le nombre de spires N de la bobine de chacun d'eux ainsi que le rayon r de ces spires.

Une baguette, dont une extrémité est fixée dans le spider ou collée à un bout de membrane non découpé, s'appuie par ailleurs sur le saladier. Son extrémité A amplifie ainsi les mouvements de la bobine. On repère ainsi la position de A lorsque l'équipage est «à vide».

2. EXPÉRIENCE

On place alors une masse marquée m de 50 g au centre de la membrane : celle-ci descend sous l'action du poids $\vec{P} = m \vec{g}$ (figure 2). La descente est limitée par le spider.

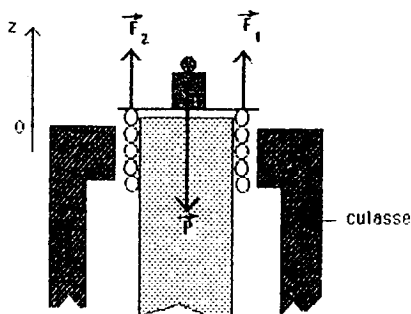


Figure 2

Injectons alors dans la bobine un courant d'intensité I et de sens convenable, de façon que les forces de Laplace ramènent l'ensemble à sa position initiale. La résultante $\vec{F}$ des forces de Laplace est alors opposée à $\vec{P}$.

$$\vec{F} + \vec{P} = \vec{0}$$

Les intensités de ces deux forces sont donc égales : $F = P$.

3. CALCUL DE F

On suppose que les N spires sont placées dans un champ radial d'intensité uniforme B (figure 3). Cela est possible localement car les lignes de champ magnétique rentrent par ailleurs dans l'aimant après avoir circulé dans la culasse.

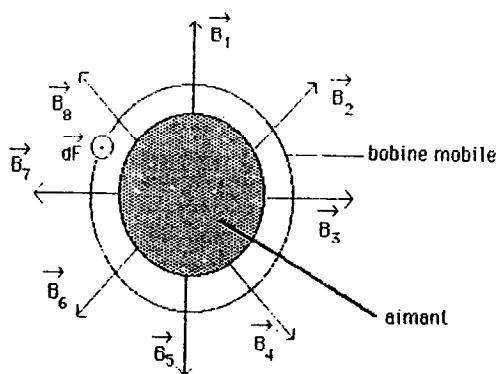


Figure 3

Si nous posons $l = 2 \pi r$, nous pouvons donc écrire :

$$NBII = mg ; \text{ soit : } B = \frac{mg}{NIl}$$

Exemple : $r = 1,0 \text{ cm}$; $N = 40$; $I = 0,32 \text{ A}$. Le calcul donne $B = 0,61 \text{ T}$.

L'ordre de grandeur est correct mais, justement, il ne s'agit que d'un ordre de grandeur, car l'intensité B n'est pas uniforme.