

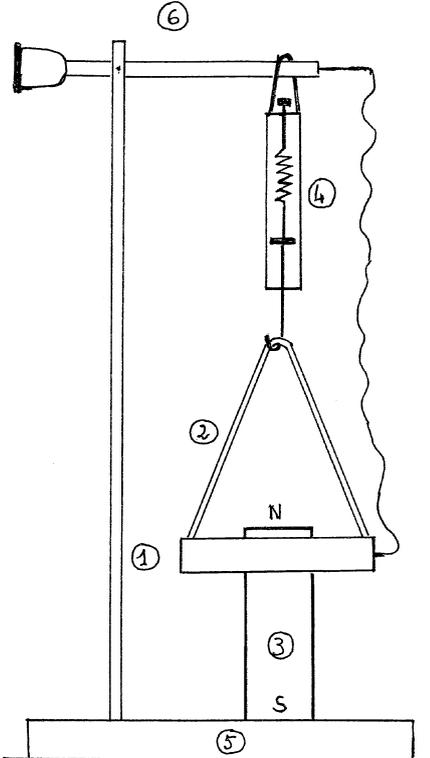
## Haut-parleur et force de Laplace en seconde

par Claude LUC  
IUFM Reims - Lirest ENS Cachan

Je souhaite dans cet article décrire un dispositif simple permettant de conjuguer les deux axes du T.P. sur  $F = K.I$  :

- établir, dans des conditions claires aux yeux des élèves les mesures de  $F$ ,  $I$  et la loi qui modélise le phénomène,
- maintenir un lien étroit avec le principe du haut-parleur.

### 1. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL POUR L'ÉTUDE DE $F = k.I$ (schéma ci-apès)



① Bobine de flux maximal type JEULIN.

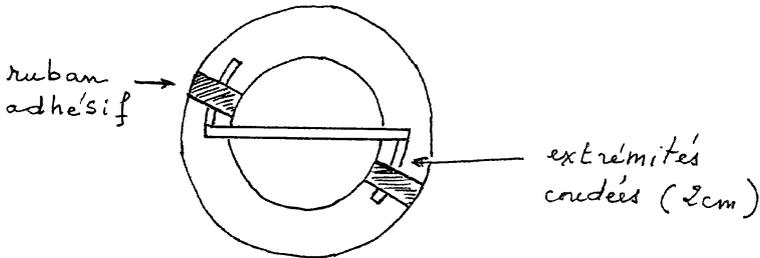
② Étrier triangulaire en fil de cuivre domestique rigide de section  $1,5 \text{ mm}^2$  qui maintient la bobine toujours horizontale, les extrémités coudées à angle droit sont fixées sur la face supérieure de la bobine avec du ruban adhésif\*.

③ Aimant barreau cylindrique ou parallélépipédique.

④ Dynamomètre 1 N type PIERRON.

⑤ Support métallique type chimie, le socle maintient l'aimant.

⑥ Noix de réglage.



\* Ensemble bobine étrier vue de dessus.

Il faut admettre qu'à l'extrémité supérieure de l'aimant cylindrique, le champ  $B$  est radial. Avec une telle hypothèse simplificatrice, la résultante des forces magnétiques agissant sur la bobine est verticale (axiale), vers le haut ou vers le bas selon le sens du courant ou la nature des pôles de l'aimant. En toute rigueur la symétrie cylindrique du champ conduit au même résultat et la force sera proportionnelle à  $I$  **si tout au long de l'expérience on conserve les mêmes positions relatives de la bobine par rapport à l'aimant**. Si on ne dispose pas d'aimant cylindrique, on peut découper un cylindre de fer doux et le poser au-dessus d'un barreau aimanté parallélépipédique.

La force magnétique se mesure avec un dynamomètre. On peut prendre des dynamomètres de 1 N de type Jeulin ou Pierron gradués tous les 0,05 N. Labotec et Leybold fournissent des dynamomètres gradués en cN mais ils sont très chers (300 F. environ).

La bobine est de type flux maximum par exemple Jeulin : 200 spires, 1A maxi, fil de diamètre 0,5 mm, diamètre moyen de la bobine 55 mm, diamètre intérieur 45 mm.

## 2. LES MANIPULATIONS POSSIBLES

### 2.1. Qualitatives

On peut mettre en évidence la force de Laplace, montrer l'influence du sens du courant, de son intensité, du sens de  $B$  sur les caractéristiques de  $F$ . Parallèlement le dispositif modélise les fonctions physiques des trois organes du H.P. (bobine, aimant simplifié, membrane élastique par le ressort du dynamomètre).

## 2.2. Quantitatives

Le poids de l'ensemble du dispositif suspendu voisin de 0,65 N permet sept mesures de force tous les 0,05 N. Il est préférable d'ajuster la valeur de  $I$  pour qu'elle corresponde à une graduation du dynamomètre. Il faut vérifier que la position de la bobine est toujours la même. On obtient une parfaite linéarité  $F, I$  avec un coefficient de  $0,45 \text{ N.A}^{-1}$  pour une intensité comprise entre 0 et 0,65 A.

## 3. PROLONGEMENTS

Si on alimente en très basse fréquence à l'aide d'un G.B.F., avec une tension sinusoïdale, la bobine se met à osciller simulant les oscillations de la bobine du haut-parleur. On peut montrer que, comme sur un vrai H.P., la fréquence de la bobine est celle de la tension. On peut aussi montrer qu'à fréquence constante, l'augmentation de  $I$  accroît l'amplitude de la bobine, **conséquence de  $F = k.I$** .

Si on fixe sous la bobine une plaque de carton (avec du ruban adhésif) de 15 cm de côté percée en son centre pour laisser passer l'aimant, aux basses fréquences 30 à 50 Hz, on voit le ressort du dynamomètre, la bobine et la plaque osciller. On entend le son émis par la plaque de carton, certes très faible, mais **surtout on simule ainsi complètement le H.P. par un dispositif constitué à partir d'objets du monde de la physique.**

A la fréquence plus élevée, il faut un stroboscope pour visualiser les vibrations de la plaque, mais on entend le son émis. Ce dernier est renforcé par les résonances de la plaque et des parties métalliques du support.

Cette dernière partie est plus visible et audible si on met entre le G.B.F. et la bobine un AOP de puissance en suiveur, type LM 675, afin d'accroître l'intensité dans la bobine (0,5 à 0,7 A), et si on alimente en signaux créneaux.

De toutes façon, pour mieux entendre, il est préférable de prendre l'objet haut-parleur lui-même...

## REMERCIEMENTS

Un grand merci aux professeurs de physique-chimie des lycées de Châlons, Épernay, Reims qui m'ont ouvert leur classe, ils se reconnaîtront.