
BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE

La force de Laplace en seconde

Mesure à l'aide d'une balance de Roberval

par Jacques CHARGÉ
Lycée Raoul Dautry - 87036 Limoges

INTRODUCTION

Suite aux nombreux articles parus dans différents BUP et ayant pour objet la vérification de la loi de LAPLACE (n° 761 ; n° 781...) j'ai voulu réaliser une expérience de TP peu coûteuse en utilisant le matériel disponible dans mon établissement. Ne disposant pas des dynamomètres adéquats et pensant à la balance de COTTON, fragile pour des élèves de seconde, j'ai décidé d'utiliser les balances de ROBERVAL qui se trouvent encore dans la plupart des lycées. Ces dernières ont en effet les qualités requises pour cette expérience : sensibilité et fidélité. L'expérience est ainsi parfaitement reproductible si on dispose toujours l'aimant et la bobine dans les mêmes positions relatives.

La manipulation décrite ci-dessous et proposée à mes élèves de seconde a donné des résultats qui me semblent tout à fait satisfaisants.

MANIPULATION

Objectifs

- mettre en évidence la force électromagnétique,
- montrer que cette force est proportionnelle à l'intensité du courant.

Matériel

- alimentation variable (0 → 30 V ; 2,5 A),
- ampèremètre,
- cordons pour les connexions électriques,
- bobine, support avec noix de fixation, pince deux ou quatre doigts,
- aimant droit, plaque métallique (fer doux), bloc de polystyrène,
- balance de ROBERVAL, boîte de masses marquées,
- bécher, pipette compte-gouttes en polyéthylène, bouteille d'eau.

 BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE

Principe

On fait passer un courant d'intensité I dans une bobine placée au voisinage d'un aimant. La bobine, maintenue fixe, exerce sur l'aimant une force d'attraction que l'on compense à l'aide du poids P d'une masse marquée : $P = m \times g$ (ainsi, à chaque équilibre, la bobine se retrouve dans un même champ magnétique). D'après le principe des actions réciproques l'aimant exerce sur la bobine une force opposée (non mise en évidence ici car la bobine est solidement fixée) appelée force électromagnétique de valeur $F = P$.

Protocole expérimental

Remarque préliminaire : prendre soin de tenir éloigné de l'aimant tout objet comportant des pièces pouvant être aimantées (montres en particulier).

- 1 - Sur un plateau de la balance placer successivement le bloc de polystyrène, la plaque métallique et l'aimant comme indiqué sur la figure 1.
- 2 - Sur l'autre plateau placer le bécher et réaliser l'équilibre (tare) en ajoutant de l'eau ; ajuster à l'aide de la pipette compte-gouttes.
- 3 - Fixer la bobine sur le support à l'aide de la pince et disposer la bobine comme sur la figure 1.
- 4 - a) Relier la bobine au générateur en intercalant l'ampèremètre.
 b) Mettre la bobine sous tension et constater que l'aimant est :
 - soit attiré (le plateau monte),
 - soit repoussé (le plateau descend).
- c) Inverser alors les connexions aux bornes de la bobine et constater que l'action sur l'aimant change de sens.
- d) Choisir le sens du courant qui fait monter le plateau
- 5 - Vérifier l'équilibre ; ajuster à nouveau si nécessaire.
- 6 - Poser une masse marquée de 5 g sur la plaque métallique, à côté de l'aimant, en maintenant pratiquement l'équilibre à l'aide d'un doigt (plateau légèrement au-dessous de sa position initiale).
- 7 - Faire croître l'intensité pour retrouver, le plus exactement possible, l'équilibre initial ; inscrire dans le tableau 1 la valeur de l'intensité trouvée.
- 8 - Recommencer en ajoutant 5 g à chaque fois et compléter le tableau de résultats.

Remarque : ramener l'intensité à zéro entre deux mesures (ou ouvrir l'interrupteur) pour éviter un échauffement trop important de la bobine.

 BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE

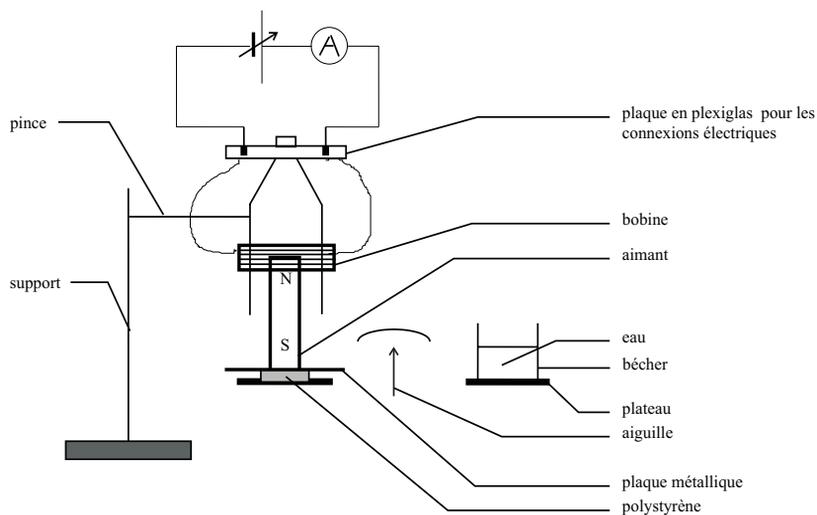


Figure 1

m (g)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$F = P$ (mN)											
I (mA)											

Tableau 1 : tableau de résultats

Exploitation des résultats1 - Faire la représentation graphique : $F = f(I)$

2 - Conclure.

EXEMPLE DE RÉSULTATS

m (g)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I (mA)	0	100	199	299	400	497	598	695	775	890	990

Tableau 2

 BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE

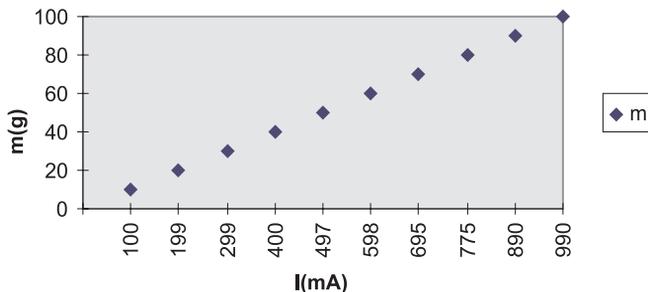


Figure 2

COMPLÉMENTS SUR LE MATÉRIEL UTILISÉ

- La bobine (400 à 500 tours) a été réalisée avec du fil de 4/10 mm enroulé sur un tube de 50 mm de diamètre environ (tube de PVC ou bouteille d'eau de 33 cL) ; sa résistance est de l'ordre de 10 Ω .
- Les connexions électriques se font sur une plaque de Plexiglas fixée sur le tube à l'aide d'une vis et d'un écrou.
- L'aimant droit est parallélépipédique (100 mm \times 20 mm \times 10 mm).
- La plaque de polystyrène sert à éloigner l'aimant de la balance pour empêcher une aimantation éventuelle de certaines pièces de la balance.

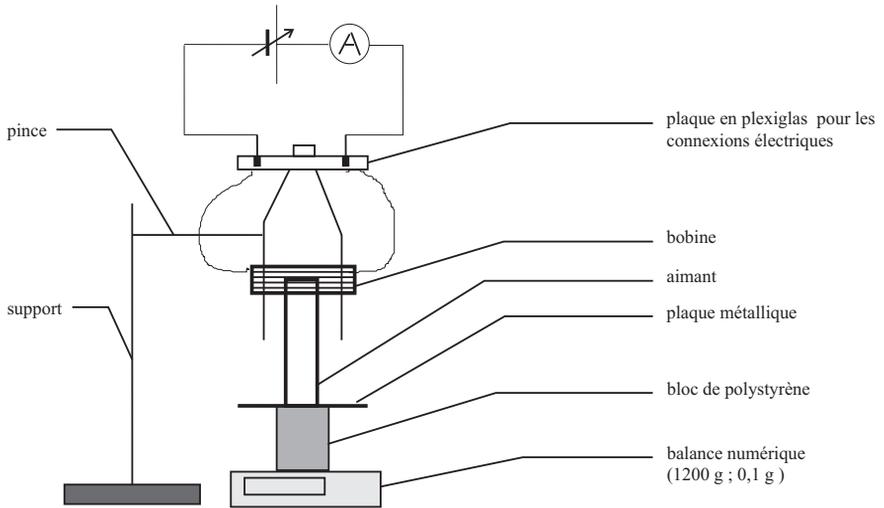
REMARQUE

On peut réaliser cette expérience en utilisant une balance électronique (voir figure 3). La manipulation est alors plus rapide :

- on fait la tare pour une intensité nulle,
- on fait passer un courant d'intensité quelconque et on lit la masse correspondante.

L'utilisation de la balance électronique peut également permettre de trouver la meilleure position de l'aimant par rapport à la bobine. Il suffit, pour une intensité donnée, de déplacer la bobine jusqu'à l'obtention de la plus grande masse possible.

BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE – BUP PRATIQUE

**Figure 3**