

De 1820 à 1837

Un peu d'histoire

Avant la découverte d'Oersted (épisode 2-1), on évaluait l'intensité d'un courant électrique en mesurant le volume de gaz généré, en un temps donné, par l'électrolyse de l'eau (épisode 1-3).

Le plus simple galvanomètre

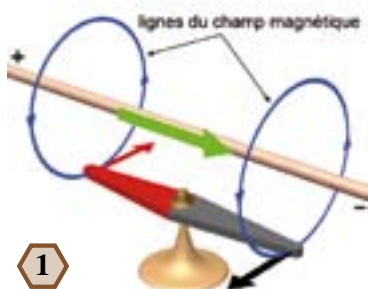
En 1820, on dispose d'une autre méthode, soit l'angle de déviation de l'aiguille d'une boussole. Plus le courant est intense et plus l'aiguille dévie de sa direction naturelle.

La disposition d'un fil au-dessus de l'aiguille d'une boussole constitue l'instrument le plus simple pour mesurer l'intensité d'un courant. C'est **Ampère** qui a baptisé cet instrument un *galvanomètre*, en l'honneur de **Galvani** (épisode 1-1). La figure 1 nous montre comment le champ magnétique d'un courant exerce des forces perpendiculaires à l'aiguille (épisode 2-2).

Pour calibrer l'appareil, on fait passer un fil très long une, deux ou trois fois au-dessus de l'aiguille, doublant ou triplant ainsi le courant. On constate alors que pour des angles de déviation inférieurs à 20 degrés environ, l'angle est proportionnel au courant.

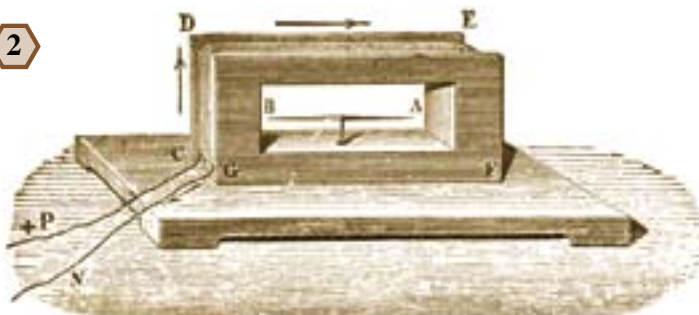
Des bobines de fil

L'Allemand **Schweigger** a vite compris, en septembre 1820, qu'on a avantage à faire passer une partie du fil au-dessus



Forces magnétiques d'un courant rectiligne sur le pôle Nord (flèche rouge) et le pôle Sud (flèche noire) d'une aiguille aimantée. La flèche verte indique le sens du courant.

2



Le multiplicateur de Schweigger multiplie les forces sur une aiguille aimantée.

de l'aiguille et l'autre partie en dessous. Le courant circulant en sens contraire dans ces deux parties, les forces magnétiques sur l'aiguille s'additionnent (épisode 2-1). Pour multiplier l'effet, il enroule un long fil de cuivre isolé autour d'un cadre de bois (figure 2). On appelait cet instrument un *multiplieur*. La figure 3 nous montre une version plus raffinée, développée par **Pouillet** en 1837, permettant de lire les angles de déviation.

3



Galvanomètre de Pouillet.

Deux aiguilles aimantées

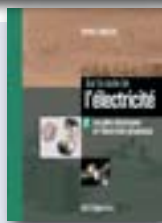
En 1826, le physicien italien **Nobili** rend les galvanomètres extrêmement sensibles. Il utilise deux aiguilles aimantées, parallèles et horizontales, fixées à une tige de laiton verticale, suspendue par un fil de soie. Les deux aiguilles sont aimantées en sens contraires et espacées de quelques centimètres verticalement. L'une d'elles est aimantée légèrement plus que l'autre. L'aiguille inférieure est placée au centre d'une bobine de fil conducteur isolé, et l'aiguille supérieure, au-dessus de la bobine (figure 4). Ainsi, l'action du champ magnétique terrestre pour aligner les deux aiguilles est beaucoup plus faible, et un très petit courant, circulant dans la bobine, peut désaligner les aiguilles.

4



Galvanomètre de Nobili.

Les oscillations des aiguilles aimantées sont amorties par un disque métallique placé juste sous l'aiguille supérieure (épisode 2-10).



Extrait du livre :

Sur la route de l'électricité 2. LES PILES ÉLECTRIQUES ET L'ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE

Pierre Langlois, Éditions MultiMondes, 2006, 128 p. ISBN 2-89544-086-7 24,95 \$ Can

© Tous droits réservés – POUR USAGE PRIVÉ SEULEMENT

Renseignements: <http://www.multim.com> ou multimondes@multim.com

Site de l'auteur: <http://www.planglois-pca.com>

Au laboratoire

Dans cette séance de laboratoire, nous allons construire un « galvanomètre maison » très sensible. Il te permettra de mesurer l'efficacité de différents couples de métaux à produire de l'électricité dans une pile simple.

Construction du galvanomètre

Notre galvanomètre est inspiré de celui de **Nobili**. Il utilise des aimants suspendus à une petite potence, et placés au centre d'une bobine de fil de cuivre isolé. À la différence de **Nobili**, toutefois, nous n'emploierons pas deux aimants orientés en sens contraires, mais un seul « barreau aimanté », constitué de deux petits aimants. Pour faciliter le désalignement de ce barreau aimanté, nous allons diminuer l'effet du champ magnétique terrestre à l'aide d'un aimant d'ajustement. Ce principe a été utilisé dans un galvanomètre très sensible conçu par **William Thomson** en 1851 (épisode 2-13).

La petite potence est obtenue à partir d'un cintre en plastique. Il te suffira de scier le cintre en trois endroits, comme sur la figure 5, à l'aide d'une petite scie à dents fines. La potence doit avoir environ 15 cm de hauteur. Pour la fixer à la base, demande à une personne expérimentée de pratiquer un trou dans la plaque de bois, à l'aide d'une perceuse et d'une mèche du bon diamètre. Ce trou doit

être centré latéralement, et son centre, à 12 mm du bord arrière de la plaque.

Demande également à ton (ta) partenaire expérimenté(e) de percer deux petits trous pour y visser deux vis de mécanique de 3,5 cm de longueur, avec trois écrous sur chacune d'elles. Ces trous sont à 1,5 cm des côtés de la plaque de bois et à 2 cm de son bord arrière. Les vis constituent les bornes de connexion du galvanomètre.

Pour la bobine de fil, nous utiliserons une bobine vide de ruban de téflon, employé pour étancher les joints vissés (rayon plomberie d'une quincaillerie). Ces bobines sont faciles à mettre en place verticalement. Il suffit de fixer leur couvercle de plastique, en forme d'anneau, à l'aide d'une punaise à tête plate, comme sur la figure 5. Place le couvercle au centre de la plaque latéralement. En profondeur, assure-toi que le devant du couvercle est à 4,5 cm du bord avant de la plaque de bois. Ensuite, enrôle 7 m de fil isolé dont le cuivre a 0,7 mm de diamètre environ (calibre 22 AWG) sur la bobine proprement dite. Tu trouveras ce fil chez un marchand de matériel électronique ou dans certaines quincailleries (fil de sonnettes). Laisse dépasser environ 12 cm de fil de chaque extrémité et fais un nœud avec ces deux bouts. Complète la bobine de fil du galvanomètre en l'insérant dans son couvercle, préalablement fixé à la plaque de bois.

Matériel requis

GALVANOMÈTRE :

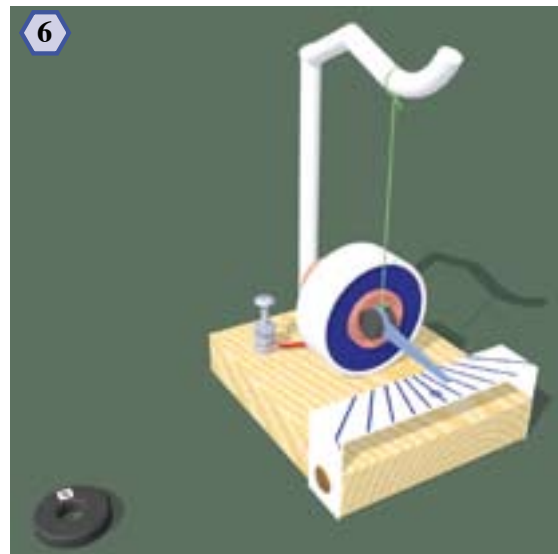
- une plaque de bois mou de 9 cm × 11 cm × 2 cm
- un cintre en plastique
- une bobine de ruban de téflon
- un manchon en cuivre pour joindre les tuyaux de 19 mm
- un rectangle de carton de 4,2 cm × 16 cm
- un couvercle de plastique
- 2 petits aimants de 12 mm de diamètre et de 4 mm d'épaisseur
- un aimant de 25 mm de diamètre
- 3 punaises à tête plate
- 2 vis de mécanique de 3,5 cm avec 6 écrous
- 7 mètres de fil isolé dont le cuivre a 0,7 mm de diamètre (cal. 22 AWG) pour les travaux en électronique
- du fil à coudre

PILE ÉLECTRIQUE :

- un ramequin non métallique
- du vinaigre
- un manchon en cuivre
- une ancre en plomb pour fixer un boulon dans du béton
- un raccord hexagonal en acier galvanisé (recouvert de zinc) pour les tiges filetées
- une douille en acier chromé pour les clés à rochet
- une assiette jetable en aluminium
- 2 fils de raccordement avec pinces alligator



Les composants utilisés pour construire le galvanomètre.



Le galvanomètre assemblé, avec son aimant d'ajustement.



Extrait du livre :

Sur la route de l'électricité 2. LES PILES ÉLECTRIQUES ET L'ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE
Pierre Langlois, Éditions MultiMondes, 2006, 128 p. ISBN 2-89544-086-7 24,95 \$ Can

© Tous droits réservés – POUR USAGE PRIVÉ SEULEMENT

Renseignements: <http://www.multim.com> ou multimondes@multim.com

Site de l'auteur: <http://www.planglois-pca.com>

Avec une paire de ciseaux, dénude le cuivre aux extrémités des deux bouts de fil, sur 15 mm environ, et établis un bon contact entre chacun de ces bouts de cuivre et les deux vis, en te servant des écrous.

Pour fixer les deux petits aimants au fil de suspension, taille une «aiguille indicatrice», de 5 cm de longueur, à même un couvercle de plastique, en lui donnant la forme illustrée en bleu sur la **figure 5**. Perce-y un trou, avec un petit clou et un marteau sur un vieux morceau de bois, à l'endroit illustré sur la figure. Ensuite, fais passer un fil à coudre dans ce trou et attache l'«aiguille» avec ce fil. Place les deux aimants de part et d'autre de la partie circulaire, comme on le voit sur la **figure 6**, avec des pôles contraires se faisant face. L'attraction mutuelle des aimants les maintiendra alors en place par simple serrage. Enfin, attache l'autre bout du fil à coudre à la potence, de manière à ce que les aimants soient sur l'axe de la bobine et que le fil passe à environ 2 mm devant la bobine. Si l'aiguille indicatrice n'est pas horizontale, déplace les aimants vers l'arrière ou vers l'avant pour l'équilibrer.

Afin d'amortir les oscillations des aimants, place au centre de la bobine

un manchon de cuivre pour raccorder les tuyaux de 19 mm (3/4 de pouce) (**épisode 2-10**). Tu trouveras ce manchon au rayon de la plomberie d'une quincaillerie.

La lecture de l'angle de déviation s'effectue grâce à une graduation dessinée sur une bande de carton, à l'aide d'un rapporteur d'angles. Les lignes sont d'abord tracées sur un rectangle de carton de 4,2 cm × 16 cm que l'on divise ensuite en deux bandes (**figure 5**). La bande utilisée est pliée et fixée à l'aide de deux punaises (**figure 6**).

En l'absence d'aimants ou de fer à proximité, les petits aimants suspendus s'orientent grossièrement dans la direction nord-sud, et l'aiguille pointe vers l'est ou l'ouest. Positionne le galvanomètre de manière à aligner l'aiguille avec la marque de déviation nulle (**figure 6**).

Pour augmenter la sensibilité du galvanomètre, place un *aimant d'ajustement* de 25 mm de diamètre au nord des aimants suspendus, avec son pôle Nord en haut (le pôle Nord magnétique de l'aimant est le côté qui fait face au nord géographique lorsque tu suspends l'aimant verticalement par un fil et le laisses s'aligner). Pour

connaître la bonne position de l'aimant, retire le manchon de cuivre et laisse osciller l'aiguille, après l'avoir déplacée avec ton doigt. Ce faisant, approche graduellement l'aimant d'ajustement du galvanomètre, et trouve la position où la période d'oscillation est la plus longue, tout en maintenant l'aiguille au-dessus de la ligne de déviation nulle. Remets le manchon de cuivre en place, et te voilà prêt(e).

Quels métaux pour une pile?

Verse du vinaigre dans un petit ramequin non métallique et introduis-y, deux par deux, les pièces métalliques mentionnées dans l'encadré de la page précédente, sous la rubrique «pile électrique». Ces cinq pièces sont constituées de cinq métaux différents à leur surface. Pour l'aluminium, tu n'as qu'à découper un rectangle de 5 cm × 10 cm dans le fond de l'assiette jetable et à former un rouleau en spirale, comme sur la **figure 7**.

Connecte chacune des pièces métalliques dans le ramequin à une borne de ton galvanomètre, à l'aide de deux fils munis de pinces alligator (**figure 7**). Quelle paire de métaux génère le plus d'électricité?



Avec ton galvanomètre, vérifie l'efficacité de différents couples de métaux pour générer de l'électricité dans une pile.

Pour en savoir plus

1. *Le monde physique: Le magnétisme et l'électricité*, Amédée GUILLEMIN, Librairie Hachette et Cie, Paris, 1883.
2. *Traité élémentaire de physique*, A. GANOT, Librairie Hachette et Cie, Paris, 1884.



Extrait du livre:

Sur la route de l'électricité 2. LES PILES ÉLECTRIQUES ET L'ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE
Pierre Langlois, Éditions MultiMondes, 2006, 128 p. ISBN 2-89544-086-7 24,95 \$ Can

© Tous droits réservés – POUR USAGE PRIVÉ SEULEMENT

Renseignements: <http://www.multim.com> ou multimondes@multim.com

Site de l'auteur: <http://www.planglois-pca.com>