



**HAL**  
open science

## Galvanomètres à réflexion

M. Raynaud

► **To cite this version:**

M. Raynaud. Galvanomètres à réflexion. J. Phys. Theor. Appl., 1873, 2 (1), pp.394-400.  
10.1051/jphystap:018730020039401 . jpa-00236894

**HAL Id: jpa-00236894**

**<https://hal.science/jpa-00236894v1>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

**GALVANOMÈTRES A RÉFLEXION ;**

PAR M. RAYNAUD.

1. Le principe des appareils à réflexion est bien connu : on sait qu'un galvanomètre de ce genre, avec l'échelle divisée placée à 75 centimètres ou à 1 mètre du miroir, remplace un galvanomètre des tangentes dont l'aiguille *indicatrice* aurait une longueur de 1<sup>m</sup>,50 ou de 2 mètres, tout en étant impondérable. Les angles de déviations, ramenés dans les limites de l'échelle, étant toujours très-petits, l'intensité du courant pourra être considérée comme proportionnelle aux déviations lues sur l'échelle, dont le zéro correspond à la position d'équilibre de l'aiguille.

2. Pour les courants d'une certaine intensité, on ramène les déviations dans les limites de l'échelle, à l'aide de *résistances* introduites dans le circuit et de *bobines de dérivation* (1).

---

(1) Même tome, p. 5.

Les dérivations permettent donc de mesurer de forts courants, à l'aide d'instruments très-sensibles, en ne laissant passer dans le galvanomètre qu'une fraction déterminée du courant,  $\frac{1}{1000}$  par exemple : on a alors l'intensité cherchée, en multipliant par 1000 l'intensité mesurée.

3. Les galvanomètres se divisent en *galvanomètres sensibles*, destinés à révéler l'existence d'un faible courant, et en *galvanomètres étalons*, destinés à la mesure des intensités.

Les *galvanomètres étalons* sont construits de telle sorte qu'on puisse déterminer exactement les dimensions et positions relatives de leurs parties fixes, et qu'une petite incertitude dans la position des parties mobiles n'introduise pas d'erreur sensible dans la mesure. Le champ de force électro-magnétique dans le voisinage de l'aimant est rendu aussi *uniforme* que possible, et les dimensions de la bobine sont en général très-grandes par rapport à celles de l'aimant.

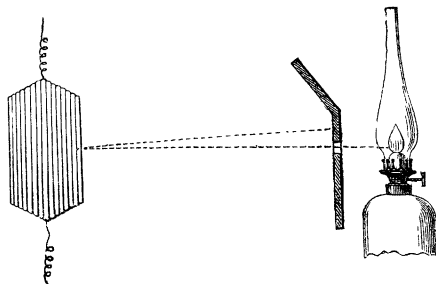
Dans les galvanomètres *sensibles*, tels que ceux de sir W. Thomson, la bobine est disposée de manière que les tours de fil occupent les positions dans lesquelles leur action sur l'aimant est la plus grande; leurs spires sont resserrées dans le voisinage de l'aimant, de telle sorte que celui-ci se meuve dans un champ de force aussi intense que possible. On ne laisse autour de l'aimant que l'espace nécessaire pour qu'il puisse osciller librement. Les premières couches sont formées de fil très-fin pour utiliser davantage les positions les plus avantageuses; mais, en continuant l'enroulement, l'action des spires plus éloignées diminue, et, à la fin, l'accroissement de résistance des nouvelles couches diminue l'effet du courant dans les couches précédentes, plus que leur action ne tend à l'augmenter : aussi fait-on croître le diamètre du fil employé à mesure que l'on s'éloigne de l'aimant.

Les bobines ont la forme représentée (*fig. 1*) : les tours de fil sont circulaires ; leurs plans sont perpendiculaires à l'axe du galvanomètre, lequel passe par leurs centres ; la bobine est plate, et l'épaisseur des couches va en diminuant, à mesure qu'on s'éloigne du centre.

Il est facile de se rendre compte de cette forme : soient, en effet,  $r \sin \theta$  le rayon d'un des cercles, et  $r \cos \theta$  la distance de son centre

au centre du galvanomètre,  $l$  la longueur de fil qui coïncide avec ce cercle,  $i$  l'intensité du courant qui le traverse, la force magnétique

Fig. 1.



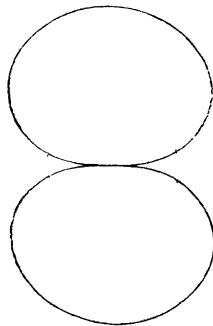
qui s'exerce au centre du galvanomètre dans la direction de l'axe  $a$  pour expression  $il \frac{\sin \theta}{r^2}$  ou  $\frac{il}{a^2}$ , en posant  $r^2 = a^2 \sin \theta$ .

Si donc la surface sur laquelle le fil est enroulé est une surface de révolution (*fig. 2*), dont le méridien a pour équation en coordonnées polaires

$$r^2 = a^2 \sin \theta,$$

tous les tours de fil placés suivant les parallèles auront le même effet; la surface extérieure d'une couche devra donc correspondre à

Fig. 2.



une valeur constante de  $a$ ; car si  $a$  était plus grand dans une position que dans une autre, en transportant le fil de la première position à la seconde on accroîtrait l'effet.

En faisant croître le diamètre du fil à peu près proportionnellement à la distance au centre de sa couche, on reconnaît que l'effet magnétique croît très-peu au delà d'une certaine limite, qui est atteinte dès que les dimensions extérieures arrivent à être un grand multiple de l'espace intérieur.

Si l'on se donne d'avance l'espace qui doit être rempli par le fil, et qu'on veuille employer un fil de diamètre uniforme, isolé avec une soie d'épaisseur connue, un calcul fort simple montre qu'on obtient l'effet maximum avec une résistance extérieure donnée, en donnant au fil un diamètre tel que la résistance extérieure soit à la résistance du galvanomètre comme le diamètre du fil recouvert est au diamètre du fil nu.

La soie qui recouvre le fil est imprégnée de paraffine, et la bobine est plongée dans de la paraffine fondue, couche par couche, au fur et à mesure de l'enroulement. La couche extérieure est recouverte de gomme laque pour empêcher l'humidité de pénétrer dans la bobine.

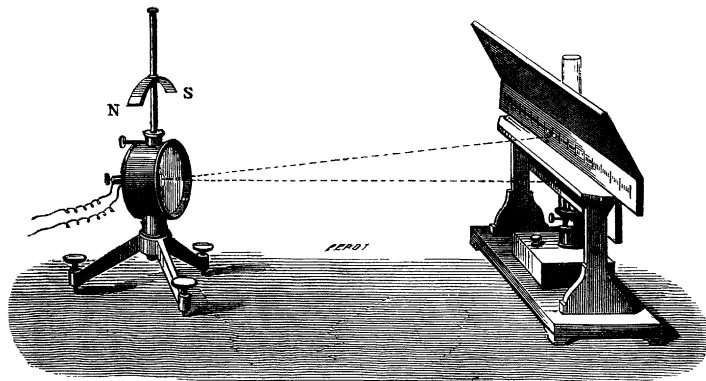
Toutes les fois qu'il faut tenir compte de la résistance du galvanomètre, il importe d'employer du fil aussi conducteur que possible; car, pour un cadre donné, et en négligeant la soie, l'effet magnétique est proportionnel à la racine carrée de la conductibilité du fil. Il faudra donc prendre du fil de cuivre aussi pur que possible; il importe surtout qu'il ne renferme pas de traces de fer ou d'autre métal magnétique. On doit donc vérifier le cuivre employé avant son passage à la filière et examiner s'il agit sur un aimant sensible. Les fils sont passés à la filière d'agate; s'ils sont passés à la filière d'acier, il convient, avant de les recouvrir de soie, de les plonger pendant quelques heures dans un bain d'acide chlorhydrique à froid. On a pensé aussi que la matière colorante verte de la soie renfermait des substances magnétiques: la soie blanche, d'autre part, fatiguant la vue des ouvriers, on a proposé l'emploi de la soie teinte à l'aniline.

Quand il n'y a pas à se préoccuper de la résistance du galvanomètre (c'est-à-dire dans la mesure de résistances extérieures très-grandes, telles que l'isolement d'un câble, ou dans la mesure de courants de décharge), on emploie de préférence du fil de maillechort ou argent allemand, qui a une résistance électrique plus grande; résistance qui est peu altérée par les variations de température.

Enfin des précautions particulières sont prises pour garantir l'isolement des tours de fil dans les galvanomètres destinés à recevoir des décharges : double couche de soie, etc.

4. La *fig. 3* représente la forme du galvanomètre (à fil court et gros) le plus habituellement employé dans les expériences ordinaires, avec la lampe et l'échelle divisée. L'aimant est suspendu au centre de la bobine ; il est fait avec un morceau de ressort de montre, et est fixé au dos d'un petit miroir argenté. Des vis calantes permettent de placer l'appareil de niveau, afin que l'aimant puisse osciller librement. La lumière, qui doit être très-brillante, est

Fig. 3.



fournie par une lampe à huile de paraffine ou de pétrole : la lumière du gaz ne serait pas suffisante. Elle traverse une fente étroite ménagée au-dessous de l'échelle derrière laquelle elle est placée. Pour donner plus de netteté à l'image de la flamme sur l'échelle, on place sur le trajet des rayons réfléchis une lentille convexe qui les concentre sur l'échelle. D'autres fois, ce sont les rayons directs qui sont concentrés sur le miroir à l'aide d'une lentille placée dans un tube en avant de la fente ; en faisant varier la position de cette lentille par rapport à la flamme, on peut toujours, quelle que soit la distance de l'échelle au miroir, faire en sorte que le miroir soit le foyer conjugué de la flamme.

Ce système a été perfectionné pour éviter l'absorption des rayons lumineux par leur passage à travers la lentille et obtenir cependant

une image bien nette ; on emploie un miroir concave, dont la distance focale principale est de  $0^m,50$  ; on place alors la lampe à 1 mètre du miroir. Au lieu d'un miroir concave, on peut employer aussi une lentille plane convexe dont la surface convexe est argentée ; enfin on augmente la précision de la lecture en perçant, au lieu d'une fente étroite, une fente circulaire ou rectangulaire, avec un fil fin métallique qui la traverse verticalement, et qui produit alors une ligne sombre au milieu de l'image lumineuse de la fente.

On détruit l'action du magnétisme terrestre, et l'on ramène le point lumineux où la ligne tombe au zéro de l'échelle, à l'aide d'un aimant directeur NS, mobile le long d'une tige verticale fixée au-dessus de la bobine ; un engrenage à vis tangente permet de lui donner un très-petit déplacement dans le sens horizontal. Quand les pôles de l'aimant directeur coïncident avec ceux de l'aimant terrestre, sa force directrice s'ajoute à celle de la terre, et la sensibilité de l'appareil diminue. En faisant alors tourner l'aimant de  $180$  degrés, on oppose sa force directrice à celle de la terre, et l'on abaisse l'aimant le long de sa tige, jusqu'à ce que ces deux actions se neutralisent ; l'appareil est alors à son maximum de sensibilité ; car, en continuant l'abaissement, la force directrice de l'aimant l'emporterait sur celle de la terre et diminuerait l'action du courant sur l'aiguille aimantée. Il convient, dans les expériences précises, de placer l'échelle et l'aimant suspendu, au repos, dans le plan du méridien magnétique ; dans cette position, l'image doit occuper le zéro de l'échelle.

L'échelle peut glisser sur son support. Le zéro de sa graduation correspond au milieu de sa longueur ; mais, si l'on a besoin d'une portée plus considérable, on fait glisser l'échelle de manière à amener le rayon lumineux au repos, sur une des extrémités de l'échelle.

5. *Galvanomètre parlant.* — Dans le galvanomètre employé aujourd'hui comme appareil de réception sur les grandes lignes

Fig. 4.



sous-marines, le miroir et l'aimant sont fixés à un fil tendu par ses deux extrémités dans un petit cylindre en cuivre qui peut glisser

dans l'ouverture centrale (*fig. 4*). La résistance de ces appareils est d'environ 2000 unités britanniques; le circuit total est fractionné en trois circuits partiels, de manière à pouvoir faire varier cette résistance entre certaines limites. Un fort aimant directeur *ns* oblige l'aiguille à revenir rapidement à sa position d'équilibre, quand la force qui l'a fait dévier cesse d'agir.

La suspension ordinaire est prolongée par une tige d'aluminium supportant deux ailettes de même métal, qui plongent dans un cylindre plein d'eau ou d'huile. Cette disposition empêche les trépidations de la salle de se communiquer au miroir et convient aux appareils à réflexion destinés aux cours publics.

(*A suivre.*)

**TABLEAU DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES DE CERTAINES VILLES DE FRANCE  
POUR L'ANNÉE 1869.**

	INCLINAISON.	DÉCLINAISON.	INTENSITÉ horizontale en unités anglaises.	INTENSITÉ totale en unités anglaises.
Avignon.....	61.48'	15.56'	4,625	9,790
Boulogne.....	67. 5	18. 6	3,949	10,143
Clermont.....	63.34	16.22	4,339	9,913
Dijon.....	64.22	16.30	4,297	9,936
Dôle.....	64.11	15.59	4,323	9,925
Douai.....	66.45	17.52	3,996	10,123
Grenoble.....	62.52	15.42	4,435	9,725
Lyon.....	63.14	"	4,449	9,878
Marseille.....	60.32	15.34	4,724	9,605
Metz.....	65.26	15.52	4,157	9,996
Montpellier.....	61.35	16.26	4,639	9,746
Reims.....	65.54	16.37	4,120	10,091
Saint-Etienne.....	63. 2	14.48	4,464	9,842
Strasbourg.....	64.39	15.28	4,253	9,935
Vaugirard.....	65.59	17. 8	4,113	10,043

Août et septembre 1869.

PERRY.