

INFLUENCE DE L'AIMANTATION SUR LA LONGUEUR D'UN BARREAU DE BISMUTH;

PAR M. EDM. VAN AUBEL.

Les changements de longueur que subissent les barreaux de fer, de nickel, de cobalt sous l'influence de l'aimantation ont fait l'objet de plusieurs travaux.

Il était intéressant, pour la théorie du diamagnétisme, d'examiner aussi comment se comporte, dans les mêmes circonstances, un corps diamagnétique, le bismuth par exemple.

MM. Tyndall ⁽¹⁾ et Grimaldi ⁽²⁾ n'ont pu observer aucune variation de longueur.

Au contraire, M. Bidwell ⁽³⁾ a trouvé que le bismuth s'allonge faiblement dans des champs magnétiques dont l'intensité est supérieure à 500 unités C.G.S. Le plus grand allongement observé était d'environ $\frac{1,5}{10000000}$ de la longueur et correspondait à un champ magnétique de 842 unités C.G.S. L'effet n'était pas dû à la chaleur, car il se produisait instantanément lorsqu'on faisait passer le courant dans la bobine aimantante et disparaissait immédiatement avec lui. M. Bidwell ne croit pas non plus qu'on puisse attribuer cet allongement à la présence du fer comme impureté dans le bismuth. L'acier au manganèse ne s'allongeait presque pas; dans un champ de 850 unités, l'allongement était seulement $\frac{1}{30000000}$ de la longueur.

M. le Professeur Classen ayant eu l'amabilité de me remettre une grande quantité de bismuth absolument pur, j'ai pensé qu'il serait utile de refaire ces expériences en utilisant un champ magnétique intense et la méthode des franges d'interférence de M. Fizeau, qui me paraît à la fois la plus commode et la plus sen-

⁽¹⁾ TYNDALL, *On some mechanical effects of Magnetisation*, publié dans ses *Researches on Diamagnetism and Magne-Crystallic Action*. London, 1870.

⁽²⁾ GRIMALDI, *Il Nuovo Cimento*, 3^e série, t. XXIII, p. 211; 1888. *Journal de Physique*, 2^e série, t. VIII, p. 552; 1889.

⁽³⁾ BIDWELL, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, t. CLXXIX, p. 216; 1888. *Proceedings of the Royal Society of London*, t. XLIII, p. 408; 1888.

sible. Le bismuth que j'ai employé est le métal dont M. Classen s'est servi pour la détermination du poids atomique ⁽¹⁾ et dont j'ai fait une étude dans mon Mémoire *Sur les changements de résistance électrique du bismuth dans un champ magnétique* ⁽²⁾.

Le courant électrique qui passe dans la bobine magnétisante produit des vibrations qui auraient pu donner lieu à des perturbations dans les observations. Aussi j'ai fait cimenter solidement le support de la tige de bismuth et la partie optique de l'appareil dans un mur de fondation d'une des caves du laboratoire; la bobine parcourue par le courant était placée sur une table indépendante du mur.

La tige de bismuth a une longueur de 31^{cm} et un diamètre de 11^{mm}; elle est placée verticalement suivant l'axe de la bobine magnétisante.

J'ai fait couler, en une fois, une pièce en cuivre ayant la forme d'un prisme A terminé par un anneau B, dont le plan est parallèle à l'axe du prisme. L'anneau a un diamètre extérieur de 5^{cm} et une section carrée de 1^{cm}, 5 de côté environ. La moitié du prisme A est enchâssée dans le mur de manière que le plan de l'anneau B soit horizontal. Celui-ci est soudé à l'intérieur d'un cylindre en cuivre C de 5^{cm} de diamètre et de 30^{cm} de longueur, fermé à la partie inférieure. Au centre de la base inférieure de ce cylindre se trouve une vis D d'un pas assez fin qui peut se déplacer suivant l'axe du cylindre. Elle supporte par sa pointe l'extrémité inférieure de la tige de bismuth, tandis que la pointe d'une vis analogue E appuie au centre de l'autre extrémité de cette tige. Aux points de contact des vis avec le barreau de bismuth, on a creusé de petits enfoncements afin de le maintenir dans l'axe du cylindre C et par suite de la bobine aimantante.

La vis E peut se déplacer dans son écrou qui est formé par un levier en cuivre, très solide, mais aussi léger que possible, dont l'axe fixe se trouve en F sur une pièce soudée à l'anneau B.

Les longueurs FE et FG valent respectivement 2^{cm} et 37^{cm}.

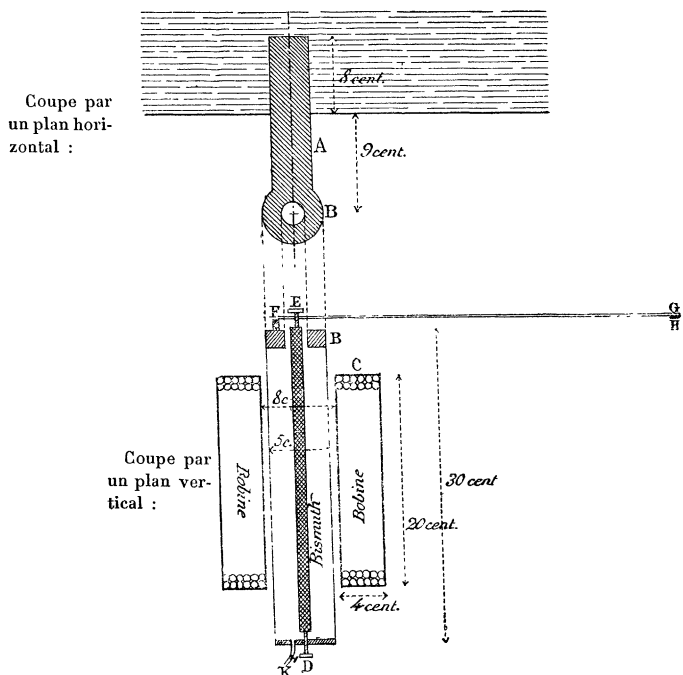
⁽¹⁾ *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Jahrgang XXIII, p. 938, 1890.

⁽²⁾ *Annales de Chimie et de Physique*, décembre 1889.

J. de Phys., 2^e série, t. I. (Octobre 1892.)

L'extrémité G porte à la partie inférieure une petite plaque de verre H bien plane fixée au moyen d'un peu de cire (*fig. 1*). Au-dessous de cette plaque de verre H est un prisme à réflexion totale, rectangle isocèle. Une des faces de l'angle droit est parallèle à la lame H, l'autre est verticale. La lumière de la soude envoyée par

Fig. 1.



une lame de verre à faces parallèles, placée à 45° , se réfléchit sur la face hypoténuse du prisme. Elle forme dans la lame d'air qui sépare le prisme de la plaque de verre H des franges d'interférence et revient dans un microscope après réflexion sur la face hypoténuse du prisme. La lame de verre, qui renvoie les rayons lumineux dans le prisme, est fixée, ainsi que le prisme, sur un petit trépied en cuivre muni de trois vis calantes. Les pointes de ces vis reposent dans trois petits enfoncements pratiqués sur la face supérieure d'un anneau horizontal semblable à l'anneau B et fixé comme lui dans le mur. Le microscope est pris dans une pince

qui fait partie d'un support scellé également dans le mur. Les trois vis calantes du trépied et les deux vis D et E permettent de régler facilement l'appareil.

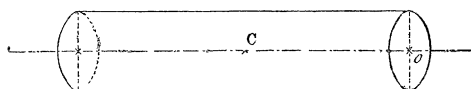
Un déplacement des franges indiquera une variation de longueur qu'il est facile de calculer. En effet, quand il passe, en un point fixe déterminé, dans le champ du microscope, 1 frange ou $\frac{1}{10}$ de frange, c'est que la distance des deux surfaces a varié en ce point de $0^{\text{mm}},0002944$, ou $0^{\text{mm}},00002944$, la longueur d'onde de la soude étant $0^{\text{mm}},000588$.

L'observation des franges d'interférence fournit donc un moyen très sensible pour apprécier des changements de longueur excessivement petits; c'est dans la mince lame d'air interposée entre la petite plaque de verre H et le prisme que se produit la différence de marche qui donne lieu à la production des franges.

Pour produire l'aimantation, nous avons employé une bobine cylindrique qui existait déjà au laboratoire et qui avait un diamètre intérieur de 8^{cm} , un diamètre extérieur de 16^{cm} et une hauteur de 20^{cm} . Elle portait 10 couches de fil, chacune de 50 tours, et était parcourue par un courant de 48 ampères.

On peut facilement calculer, au moyen des différentes constantes de cette bobine ⁽¹⁾, l'intensité du champ magnétique H_c au centre C ou H_0 au point O; on trouve ainsi $H_c = 1292$ et $H_0 = 722$ unités C.G.S. environ.

Fig. 2.



Mais il est préférable de calculer l'intensité *moyenne* du champ magnétique dans la bobine au moyen de la rotation du plan de polarisation de la lumière de la soude, qui traverse un tube de 20^{cm} contenant du sulfure de carbone. En adoptant le nombre $0',043$ pour la constante de Verdet ⁽²⁾, on obtient ainsi $H_m = 1039$ unités C.G.S.

⁽¹⁾ E. HOSPITALIER, *Traité élémentaire de l'énergie électrique*, t. I, p. 154; 1890.

⁽²⁾ MASCART et JOUBERT, *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme*, t. II, p. 860-861; 1886.

Comme on le voit, le champ magnétique qui était produit dans mes expériences était beaucoup plus intense que celui dont M. Bidwell s'est servi.

Avec le microscope que j'ai employé, on peut apprécier facilement $\frac{1}{10}$ de frange. Or nous avons vu que $\frac{1}{10}$ de frange correspond à une variation dans l'épaisseur de la lame d'air égale à

$$\frac{1}{10} \frac{\lambda}{2} = 0^{\text{mm}},00002944.$$

Par conséquent l'appareil permet d'évaluer un déplacement de l'extrémité de la tige de bismuth égal à

$$0^{\text{mm}},00002944 \times \frac{2}{37} = 0^{\text{mm}},00000159,$$

$\frac{2}{37}$ étant le rapport des bras du levier FEG. Comme la longueur de la tige de bismuth qui se trouve à l'intérieur de la bobine est de 20^{cm}, la variation de longueur relative $\frac{\Delta l}{l}$ que l'on pourra apprécier est

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{0^{\text{mm}},00000159}{200} = 0^{\text{mm}},000000008 \text{ environ.}$$

Or M. Bidwell a trouvé une variation $\frac{\Delta l}{l}$ égale à 0,00000015.

Il résulte de là que l'allongement si faible observé par ce physicien devait être aperçu facilement avec mon appareil. Néanmoins aucun allongement n'a été constaté.

Pour réduire autant que possible l'influence de la température, qui d'ailleurs ne gêne pas beaucoup les observations, on se sert d'écrans en carton; en outre le cylindre C est complètement rempli d'eau que l'on peut laisser couler par le tube K et remplacer quand on le désire.

Mes expériences démontrent que la grande influence du magnétisme sur la résistance électrique ou sur le pouvoir thermo-électrique du bismuth ne peut s'expliquer par les déformations que ce métal subit dans le champ magnétique (¹).

(¹) Voir GRIMALDI, *loco citato*.

D'ailleurs la résistance électrique du fer, métal qui subit par l'aimantation une variation de longueur très sensible, se modifie beaucoup moins dans un champ magnétique que celle du bismuth.

On peut encore en conclure que les molécules du barreau de bismuth ne s'orientent pas sous l'action de l'aimantation.