



HAL
open science

Sur un nouveau spectroscopie autocollimateur

Ch. Fabry, A. Jobin

► **To cite this version:**

Ch. Fabry, A. Jobin. Sur un nouveau spectroscopie autocollimateur. *J. Phys. Theor. Appl.*, 1904, 3 (1), pp.202-208. 10.1051/jphystap:019040030020201 . jpa-00240866

HAL Id: jpa-00240866

<https://hal.science/jpa-00240866>

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.

SUR UN NOUVEAU SPECTROSCOPE AUTOCOLLIMATEUR ;

Par MM. Ch. FABRY et A. JOBIN.

L'emploi de l'autocollimation dans les spectroscopes donne lieu, avec quelques inconvénients, à des avantages bien connus, et d'ailleurs souvent utilisés. La dispersion, avec un même nombre de prismes, est doublée; un seul objectif sert pour le collimateur et la lunette; l'observateur, regardant à l'oculaire, trouve la fente à portée de sa main; l'appareil est bien plus compact et moins encombrant qu'un spectroscopie à lunette et collimateur séparés; enfin on peut, par des déplacements convenables des prismes et du miroir, faire défiler le spectre dans le champ, sans déplacer le faisceau incident ni le faisceau émergent. Ces avantages sont obtenus au moyen d'une réflexion supplémentaire, ce qui fait perdre un peu de lumière, inconvénient négligeable dans beaucoup de cas.

Dispositif optique. — Notre appareil est disposé pour l'observation oculaire et pour l'observation photographique. La *fig. 1*, qui en est une coupe horizontale, permet d'en indiquer les principales dispositions.

Les rayons lumineux, partis de la fente F , se réfléchissent sur le prisme à réflexion totale R , qui les renvoie sur l'objectif O . Le faisceau traverse alors les deux prismes dispersifs T_1 , T_2 , se réfléchit à peu près normalement sur le miroir M , traverse de nouveau les deux prismes et l'objectif, et vient former en S le spectre réel, que l'on peut

examiner à travers l'oculaire, ou recevoir sur la plaque photographique. Pour que le prisme R n'arrête pas le faisceau de retour, il est placé un peu au-dessus du plan de symétrie de l'appareil; le faisceau passe, à l'aller, un peu au-dessus de ce plan, et, au retour, un peu au-dessous.

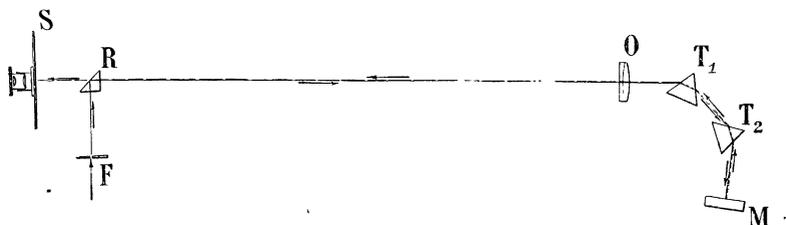


FIG. 1.

L'objectif a 6 centimètres de diamètre et 1 mètre de distance focale. Les prismes ont des faces rectangulaires, de 4 centimètres de hauteur et 3 de large; leur angle est de 60°; ils sont en flint très dispersif, fourni par la maison Mantois. L'indice de ce verre est représenté, en fonction de la longueur d'onde, par la formule :

$$n = 1,6227 + \frac{0,00865}{\lambda^2} + \frac{0,0002}{\lambda^4},$$

n étant l'indice et λ la longueur d'onde exprimée en microns.

Le miroir plan M, en verre argenté sur la face antérieure, a un diamètre de 6 centimètres.

Dispositif mécanique. — Il est rationnel que, pour la radiation qui se projette au milieu du champ, les prismes soient traversés au minimum de déviation. Si l'on veut faire passer successivement dans le champ les diverses parties du spectre, il faut que les prismes et le miroir subissent des déplacements tels que cette condition reste satisfaisante. Pour qu'il en soit ainsi, les mouvements de ces diverses pièces doivent être liés de la manière suivante : si, pour passer d'une radiation à une autre, on fait tourner le premier prisme d'un angle α , le second prisme doit tourner d'un angle 3α , et le miroir d'un angle 4α .

Il faut de plus que ces rotations soient accompagnées de déplacements tels que les trois organes soient constamment centrés sur l'axe du faisceau; en d'autres termes, il faut que, pour la radiation qui se projette au milieu du champ, le rayon provenant du milieu de la fente

et qui a passé par le centre optique de l'objectif rencontre les faces de prisme et le miroir en leurs milieux. On peut réaliser ces conditions, avec une approximation plus que suffisante, par de simples rotations des trois pièces autour de centres fixes convenablement choisis, les angles de rotation étant entre eux dans les rapports indiqués. Ces centres de rotation sont déterminés de la manière suivante :

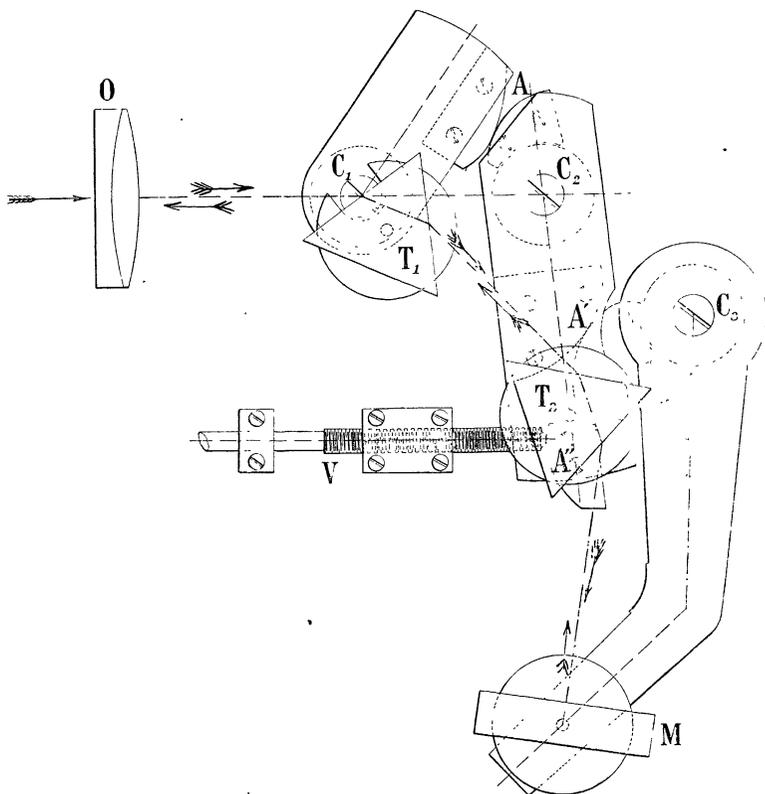


FIG. 2.

Prenons deux radiations, r et r' , aux deux extrémités du spectre ; soient D et D' les déviations minima correspondantes. Le premier prisme doit évidemment tourner autour du milieu de sa face d'entrée ; le centre de rotation correspondant C_1 sera placé sur l'axe optique de l'objectif (*fig. 2*). On peut alors tracer sur l'épure les deux positions extrêmes du premier prisme, et les deux positions correspondantes

du faisceau qui en émerge. Les deux positions extrêmes du second prisme peuvent être tracées de manière qu'il reçoive dans les deux cas tout le faisceau au minimum de déviation. Ces deux positions sont complètement déterminées en orientation, mais non en position, car pour chacune d'elles on peut sans inconvénient déplacer le prisme parallèlement à lui-même et parallèlement au faisceau qu'il doit recevoir. Ces deux positions étant choisies, on peut, d'une seule manière, passer de l'une à l'autre par une rotation autour d'un centre C_2 . On trouvera de même le centre de rotation C_3 autour duquel doit tourner le miroir. La position des points C_2 et C_3 présente, ainsi qu'on vient de l'indiquer, une certaine indétermination ; parmi cette infinité de solutions, on a choisi celle qui a paru la plus commode pour la construction mécanique.

Il reste à relier les trois mobiles de telle manière que, tournant respectivement autour des centres C_1 , C_2 , C_3 , leurs angles de rotation soient entre eux comme les nombres 1, 3, 4. La condition du minimum de déviation sera alors exactement satisfaite ; la position des trois pièces par rapport au faisceau sera rigoureusement correcte dans les deux positions extrêmes ; elle le sera avec une exactitude plus que suffisante pour les positions intermédiaires.

Les liaisons nécessaires pour que les rotations soient dans le rapport voulu sont obtenues au moyen de cames en développantes de cercle, tracées conformément à la théorie des engrenages. Chacune des pièces mobiles (prismes et miroirs) est montée sur une plate-forme métallique, tournant autour du centre de rotation correspondant. C'est la plate-forme du second prisme qui mène les deux autres. La plate-forme du premier prisme, tournant autour de C_1 , lui est liée par le système des cames A, qui transmet le mouvement de rotation en le réduisant dans le rapport de 1 à 3. Le miroir, tournant autour de C_3 , est lié au mobile C_2 par le système de cames A', qui amplifie la rotation dans le rapport de 4 à 3. Des ressorts, non représentés sur la figure, maintiennent les cames en prise. Quant au mobile C_2 , dont les mouvements commandent tous les autres, il est conduit par une vis de butée V, qui appuie normalement sur un profil A' en développante de cercle. Cette vis est manœuvrée, par l'intermédiaire d'un joint à la Cardan, par une longue tige dont l'extrémité se trouve à portée de la main de l'observateur.

Les axes de rotation des plates-formes sont réglables en orientation par un système de trois vis qui permet de les rendre, une fois pour

- toutes, parallèles entre eux. Chaque pièce est portée sur sa plateforme par un support qui permet le réglage initial. Pour les prismes, ce support permet de rendre les arêtes parallèles entre elles et à la direction commune des axes de rotation ; il permet aussi de les placer une fois pour toutes au minimum de déviation par une rotation *à la main* autour d'un axe vertical, mouvement que l'on bloque une fois le réglage effectué. Le support du miroir (*fig. 3*) permet aussi une rotation initiale autour d'un axe vertical ; le miroir peut en outre basculer d'un mouvement lent autour d'un axe horizontal, mouvement qui a pour effet de faire monter ou descendre le spectre dans le champ.

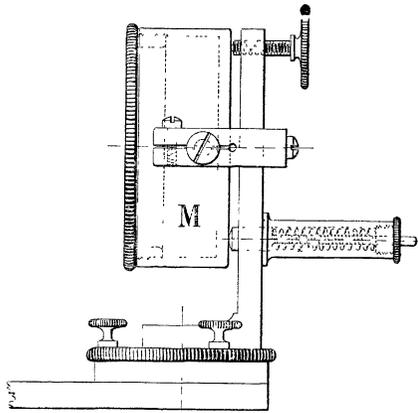


FIG. 3.

Enfin il importe que chaque pièce soit liée à son support sans subir de déformation ni de compression qui aurait pour effet de donner de la biréfringence au verre. Les prismes sont posés sur leurs montures métalliques par l'intermédiaire de drap feutré, et légèrement appuyés par des ressorts dont on peut régler la tension à volonté.

Dispositif oculaire et photographique. — Pour l'observation photographique, un châssis 9×12 occupe le plan focal de l'objectif. Ce châssis peut recevoir un déplacement en hauteur pour le cas où l'on veut photographier successivement plusieurs spectres. Un volet en ébonite, placé un peu en avant, permet de limiter le spectre en hauteur. Pour la mise au point, le châssis peut recevoir un mouvement

d'avant en arrière au moyen d'une crémaillère. Il peut aussi recevoir une inclinaison autour d'un axe vertical, pour mettre au point en même temps les diverses parties du spectre. L'objectif lui-même peut se déplacer, au moyen d'une crémaillère, pour amener la fente à être exactement dans son plan focal.

Pour l'observation oculaire, on substitue au châssis une plaque à laquelle est fixé le tube porte-oculaire. On peut y adapter quatre oculaires, ayant respectivement comme distances focales 35, 24, 20 et 12 millimètres, ce qui donne, avec l'objectif de 1 mètre de foyer, des grossissements d'environ 30, 40, 50, 80. L'un de ces oculaires est micrométrique, avec un pas de $0^{\text{mm}},5$.

Enfin, la fente a une largeur réglable au moyen d'une vis munie d'un tambour divisé. Elle est munie d'un mouvement d'orientation lent par vis de butée et ressort antagoniste.

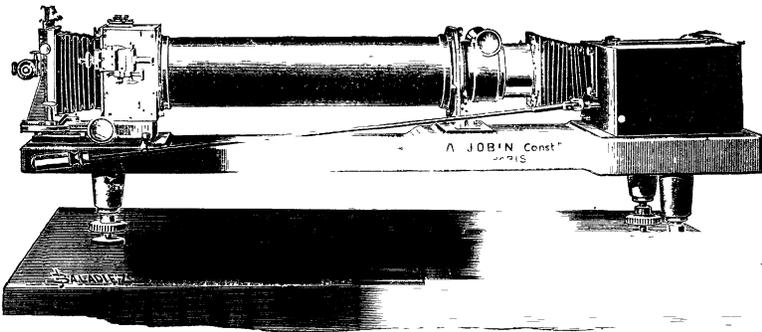


FIG. 4.

La *fig. 4* représente l'ensemble de l'instrument. On remarquera que l'observateur, sans même allonger le bras, peut agir sur les mouvements d'élargissement et d'orientation de la fente, sur la mise au point, sur le mouvement qui fait défiler le spectre dans le champ.

Qualités optiques. — Il n'est pas difficile d'accroître indéfiniment la longueur d'un spectre, par l'augmentation de la distance focale de l'objectif ou par la multiplication du nombre des prismes ; mais on n'accroît pas toujours en proportion le pouvoir de définition de l'appareil ; si même la taille des surfaces est imparfaite, l'accroissement du nombre des réfractions peut diminuer le pouvoir de défini-

tion. La seule manière de définir les qualités d'un spectroscopie consiste à indiquer qu'il est capable de séparer telle et telle radiation; le spectre d'un appareil à prismes n'étant pas *normal*, il est nécessaire de répéter cette indication pour diverses régions du spectre. Pour que les qualités optiques des divers spectroscopes puissent être facilement comparées, il faudrait choisir dans les diverses parties du spectre un certain nombre de doublets servant de *tests*; le spectre solaire et les spectres de certains métaux en fourniraient un grand nombre. A défaut d'un pareil choix, nous nous bornerons à indiquer que, dans la région *b* (vers $\lambda = 520$), notre appareil montre toutes les raies du spectre solaire visibles sur les cartes de Rowland. Il montre aussi toutes les raies du fer observées par MM. Kayser et Runge.

La table suivante donne les longueurs occupées, sur le spectre réel, par une étendue de $1 \mu\mu$, prise successivement dans les différentes parties du spectre, et amenée dans chaque cas au milieu du champ.

| Longueur d'onde | Longueur occupée sur la plaque par une étendue de $1 \mu\mu$ |
|-----------------|--|
| 550..... | $1^{\text{mm}}, 4$ |
| 500..... | $1^{\text{mm}}, 25$ |
| 450..... | $1^{\text{mm}}, 35$ |
| 400..... | $2^{\text{mm}}, 6$ |
| 370..... | $3^{\text{mm}}, 4$ |

Le tableau suivant permet de comparer la dispersion de notre appareil avec celle de quelques-uns des grands spectroscopes astronomiques employés pour la mesure de la vitesse radiale des astres (¹). Pour chaque appareil, il donne en millimètres la longueur occupée sur la plaque par une étendue de $1 \mu\mu$ prise dans la région $\lambda = 434$.

| Indication de l'appareil | Dispersion |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Bruce (Observatoire Yerkes)..... | $4^{\text{mm}}, 4$ par $\mu\mu$ |
| Mills (Observatoire Lick)..... | $0^{\text{mm}}, 8$ |
| Observatoire de Postdam..... | $1^{\text{mm}}, 0$ |
| Fabry et Jobin..... | $2^{\text{mm}}, 0$ |

Pour un réseau de Rowland de 560 traits par millimètre et 7 mètres de rayon de courbure, cette longueur est de 4 millimètres pour le premier spectre; mais le spectre est bien moins lumineux que dans notre spectroscopie, et notre appareil est infiniment moins encombrant.

(¹) Voir *Astrophysical Journal*, t. XV, p. 18; 1902.