

Maison A. JOBIN

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

31, rue Humboldt, PARIS

(Anciennement, 21, rue de l'Odéon)

Titulaires successifs de la Maison	SOLEIL père, fondateur.	1819-1849.
	SOLEIL fils	1849-1872.
	L. LAURENT	1872-1892.
	A. JOBIN	1892.

CATALOGUE

DES

Appareils de MM. FABRY et PEROT

destinés à l'Étude et aux Applications

Des Interférences

PAR

Lames Argentées

1909

MAJORIZATION DE

10%

Exposition Universelle, Paris 1889, GRAND PRIX

Exposition Universelle, Paris 1900, GRAND PRIX

BIBLIOGRAPHIE

Sur les franges des lames minces argentées et leur application à la mesure des petites épaisseurs d'air (*Annales de Chimie et de Physique*, 7^e série, t. XII, page 459, 1897).

Théorie et application d'une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle (*Annales de Chimie et de Physique*, 7^e série, t. XVI, page 115, 1899).

Méthodes interférentielles pour la mesure des grandes épaisseurs et la comparaison des longueurs d'onde (*Annales de Chimie et de Physique*, 7^e série, t. XVI, page 289, 1899).

Sur les sources de lumière monochromatique (*Journal de Physique*, 3^e série, t. IX, page 369, 1900).

Sur un nouveau modèle d'interféromètre (*Annales de Chimie et de Physique*, 7^e série, t. XXII, avril 1901, et *Astrophysical Journal*, mai 1901).

Mesure de longueurs d'onde en valeur absolue; spectre solaire et spectre du fer (*Annales de Chimie et de Physique*, 7^e série, t. XXV, janvier 1902, et *Astrophysical Journal*, mars 1902).

MAJORATION DE

! 10%

APPAREILS

Destinés à l'Étude et aux Applications

DES

Interférences par Lames argentées

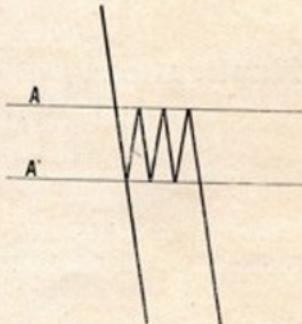
Expériences de MM. FABRY et PEROT

Les appareils interférentiels usuels divisent chaque onde incidente en deux ondes (ordinairement de même intensité), susceptibles d'interférer. Les minima sont alors nuls, et la courbe qui donne l'intensité en fonction de la différence de marche est une sinusoïde. Les franges ont par suite l'aspect de bandes brillantes, séparées par des bandes sombres estompées sur leurs bords. On passe sans variation rapide d'un maximum au minimum voisin.

Le phénomène prend un aspect tout différent si l'appareil, au lieu de diviser chaque onde en deux, la divise en un grand nombre, présentant avec l'une d'elles des différences qui soient en progression arithmétique, de raison e . Un réseau offre un exemple bien connu d'appareil de ce genre, et l'on sait quel est l'effet de la superposition de toutes ces ondes : lorsque e vaut un nombre entier de longueurs d'onde, toutes les ondes sont concordantes, et il y a maximum de lumière ; mais pour peu que e diffère d'un nombre entier, l'intensité tombe presque à zéro. Le phénomène consiste donc en lignes brillantes très fines par rapport aux intervalles sombres qui les séparent. La finesse de ces lignes brillantes est d'autant plus grande que le nombre des ondes interférentes est plus élevé.

C'est un phénomène analogue qui se produit dans les interférences par lames argentées, et qui donne aux franges de cette espèce leur aspect et leurs propriétés spéciales. Soit une couche d'air L limitée par deux surfaces argentées transparentes A A'. Une onde incidente donnera lieu à une infinité d'ondes émergeantes, ayant subi respectivement 0, 2, 4... réflexions.

Leurs intensités vont en décroissant; mais des surfaces argentées peuvent avoir un pouvoir réflecteur très élevé, quoique leur transparence soit notable. Les intensités des ondes successives décroissent alors assez lentement, et leur superposition donne un résultat analogue à celui qu'on obtient avec les réseaux. Chaque frange brillante se présente comme une ligne très fine, séparée par un large espace sombre de la frange suivante. On peut employer des argentures dont le pouvoir réflecteur dépasse 0,8. La largeur de chaque frange brillante n'atteint pas $\frac{1}{10}$ de l'intervalle qui la sépare de la suivante. On peut pointer une frange à quelques millièmes près, tandis qu'avec des franges ordinaires, il est difficile de descendre au-dessous de $\frac{1}{20}$.



Les franges de lames argentées peuvent être observées de deux manières simples, dont l'une ou l'autre convient mieux selon les cas :

I. — En lumière parallèle et normale à la lame. Les franges dessinent les courbes d'épaisseur de la lame d'air. Ce mode d'observation est très commode dans le cas de lames minces. Il suffit alors de prendre un faisceau grossièrement parallèle.

II. — Sous forme d'anneaux à l'infini produits par une lame à faces parallèles.

Les diamètres obéissent à la même loi que ceux de Newton, mais leurs numéros d'ordre vont en décroissant à partir du centre. D'ailleurs, chaque anneau brillant a l'aspect d'une ligne très fine, comme toutes les franges de lames argentées.

Ce second mode d'observation est avantageux dans le cas de grandes différences de marche. La lame argentée doit avoir ses deux faces rigoureusement planes et parallèles; on observe ces anneaux avec une lunette visant à l'infini.

Appareils destinés à produire ces phénomènes

I. Interféromètre (fig. 1). — Il permet de reproduire, dans les conditions les plus variées, les phénomènes indiqués ci-dessus.

Il est constitué par deux surfaces planes de verre argenté, munies de tous les organes de réglage en orientation et déplacement. En particulier, on peut les amener au parallélisme rigoureux, et faire varier leur distance depuis zéro jusqu'à 10 centimètres d'un mouvement rigoureusement parallèle. Il faut que, dans ce déplacement, on puisse s'arrêter où l'on veut, à quelques millièmes de micron près; des déplacements de plusieurs centimètres doivent cependant être possibles sans exiger un temps extrêmement long. Ceci conduit à donner à volonté trois vitesses de déplacement : 1^o le mouvement rapide; 2^o mouvement assez lent pour qu'on puisse compter les franges; 3^o mouvement par flexion, de quelques microns d'amplitude, aussi lent et aussi faible que l'on veut.

De même les mouvements d'orientation se composent de deux mouvements distincts : un mouvement rapide et de grande amplitude pour le réglage approché, et un mouvement lent de faible amplitude obtenue par flexion.

Les mouvements de flexion sont tous obtenus en agissant sur des pièces d'acier à l'aide de petits soufflets en caoutchouc pleins d'eau, reliés par un long tube en caoutchouc à un entonnoir contenant de l'eau. En faisant varier la hauteur de l'entonnoir, on exerce une force variable sur la pièce d'acier, et on la déforme légèrement. On obtient ainsi des déplacements aussi lents qu'on le désire, et cela sans donner la moindre secousse à l'appareil. On arrive ainsi à obtenir des réglages absolument parfaits.

Tels sont les traits essentiels de l'appareil. Voici quelques détails sur sa construction.

Chacune des surfaces argentées est un disque de 40 millimètres de diamètre, portant en saillie un rebord annulaire, servant à le fixer dans le porte-lame sans le déformer. La face argentée est rigoureusement plane; il suffit que l'autre le soit à peu près. Les deux faces ne sont pas parallèles, mais font un angle de 1', pour éviter les interférences dues à chacune des lames séparément, qui viendraient troubler le phénomène que l'on veut observer.

Les mouvements sont ainsi répartis : le porte-lame antérieur (du côté de l'observateur) est susceptible de rapides mouvements d'orientation, par rotation autour de deux axes rectangulaires, comme dans un théodolite, et de petits déplacements parallèles par flexion hydraulique d'une pince d'acier. Une variation de 1 centimètre dans la hauteur d'eau produit un déplacement de $0\mu, 15$. Si l'on veut modifier la sensibilité, il suffit de changer la surface du soufflet.

Le second porte-lame est susceptible de petits mouvements d'orientation et de grands déplacements parallèles. Le premier est obtenu par flexion, dans deux plans rectangulaires, d'une forte tige d'acier. Une variation de 1 centimètre dans chacun des niveaux d'eau produit une rotation de $0'',25$.

Enfin les déplacements parallèles de grande amplitude sont obtenus au moyen d'une glissière et d'un patin en bronze, dont les surfaces sont parfaitement travaillées. Le déplacement du patin n'est pas obtenu en agissant directement sur lui; il est compris entre deux patins plus courts solidaires l'un de l'autre, et peut être poussé dans un sens ou dans l'autre au moyen de deux vis de butée, laissant un peu de jeu. Le patin principal est ainsi toujours libre et repose par son simple poids sur la glissière.

L'ensemble des deux patins conducteurs est mené par une vis, dont l'écrou peut tourner sans se déplacer. Cette vis ne peut transmettre au patin aucun effort latéral, grâce à une liaison par double suspension à la Cardan. L'écrou peut être entraîné soit à la main par une bonnette molletée pour les déplacements rapides, soit par une vis tangente pour les déplacements lents. Dans ce dernier cas, un tour de vis fait passer environ 15 franges.

Le patin principal porte une échelle, visée par un microscope fixe à oculaire micrométrique. On peut ainsi connaître à chaque instant la distance des surfaces argentées à quelques microns près. On détermine le zéro en amenant les deux surfaces à une distance connue et facile à repérer, par exemple celle qui correspond à la première décomposition des raies jaunes du mercure (40μ).

On peut avec cet appareil observer les franges de lames argentées dans l'un ou l'autre des cas indiqués plus haut. S'il s'agit de franges de lames minces en lumière parallèle, on amènera les deux surfaces presque au contact, en laissant subsister entre elles un petit angle. Dans le cas d'anneaux à l'infini, on les amènera au parallélisme rigoureux.

II. Étalons (fig. 2). — Ces appareils permettent d'observer les anneaux à l'infini pour une seule valeur de la différence de marche. Les surfaces argentées sont maintenues parallèles et à une distance invariable.

L'appareil est constitué par une plaque d'acier percée d'un trou circulaire pour le passage de la lumière, dans laquelle sont implantées trois tiges d'acier, dont les extrémités sont arrondies et soigneusement polies. De chaque côté, sur les trois surfaces est appliqué un plan de verre argenté. Ils sont maintenus en place par trois ressorts d'acier, dont une vis de butée permet de faire varier la pression. Par usure systématique des tiges d'acier, on a amené les deux lames au parallélisme presque rigoureux (à moins de 1''); on parachève ce réglage en faisant varier la pression des ressorts, ce qui déforme légèrement les surfaces à leur point de contact.

L'appareil, démonté et remonté, reprend son épaisseur à quelques dixièmes de micron près; il est facile de retrouver les numéros de franges pourvu que l'étaillon ait été mesuré une fois pour toutes. L'emploi de l'interféromètre est nécessaire pour cela (voir ci-dessous).

On a construit des étaillons de 2^{m/m} 5 et 10 millimètres. Il serait facile d'en construire pour toute épaisseur.

Il est commode de porter les étaillons sur un support permettant de les orienter et de les déplacer parallèlement à eux-mêmes pour vérifier leur réglage.

III. Lames étaillons (fig. 3) pour l'observation des franges de lames minces et la mesure instantanée des petites épaisseurs d'air. — Deux lames de verre rectangulaires de 15 centimètres sur 3, argentées chacune sur une face plane, sont invariablement liées, en laissant entre elles un petit intervalle d'air. Elles font un très petit angle de manière que l'épaisseur de cette lame mince varie d'un bout à l'autre. En lumière monochromatique, on a un système de franges, rectilignes et parallèles au petit côté du rectangle. Sur l'une des **argentures** est tracée une division en millimètres pour repérer les franges.

Il est commode de porter ces lames par un support qui permette de les orienter et de les faire glisser dans le sens de leur longueur.

Les lames étaillons permettent d'étudier les franges de superposition (dans le cas des lames minces), et donnent un moyen rapide pour la mesure des petites épaisseurs.

Sources de lumière. — Pour obtenir des interférences à grande différence de marche, il faut employer des sources de lumière convenables. Les flammes donnent des résultats très médiocres. On peut employer :

1° Les tubes de Michelson (à cadmium ou à mercure). Il est avantageux de remplacer la bobine de Rhumkorff, d'un emploi si incommode, par un transformateur alimenté par courant alternatif.

2° L'arc au mercure dans le vide. Cette source, extrêmement intense, marche en courant continu (2 à 3 ampères), sans aucune surveillance. Les principales raies sont : deux jaunes, une verte, une violette ; chacune peut être isolée au moyen d'absorbants convenables. La raie violette est très propre à la photographie. Avec la raie verte on peut obtenir des interférences avec plus de 15 centimètres de différence de marche.

APPLICATIONS

I. Spectroscopie. — Si l'appareil interférentiel est éclairé par une lumière formée de plusieurs radiations simples, chacune donne son système d'anneaux, qui se juxtaposent sans se fondre, à cause de la finesse des parties brillantes de chacun d'eux. Si par exemple la lumière incidente est formée de deux radiations simples très voisines, les deux systèmes d'anneaux, d'abord confondus, se séparent lorsque la différence de marche devient suffisante ; on voit séparément les deux radiations comme avec un spectroscope. Le pouvoir de définition peut être indéfiniment accru, en augmentant la distance des surfaces argentées.

Les radiations émises par les gaz rendus lumineux par le courant électrique ont pu être étudiées par cette méthode. La raie verte du mercure ne montre pas moins de sept radiations distinctes. Aucun des autres appareils spectroscopiques actuels ne pourrait, probablement, montrer tous ces détails.

L'appareil approprié à ce genre d'étude est l'interféromètre, puisqu'il faut observer des interférences à grandes différences de marche variables à volonté.

II. Spectrométrie (mesure des longueurs d'onde). — Il suffit, en principe, pour comparer deux longueurs d'onde, de déterminer les ordres d'interférence correspondant aux deux radiations dans des conditions identiques. La méthode la plus simple pour cela est de

mesurer les diamètres angulaires d'anneaux à l'infini produits par une même épaisseur d'air avec les deux radiations. On détermine ainsi l'ordre d'interférence au centre à quelques millièmes près.

L'épaisseur devant rester invariable pendant la mesure, on se servira d'un *éalon*, plus ou moins épais selon que les raies à comparer sont plus ou moins fines. Les trois étalons de $2 \text{ mm} / 5$, $5 \text{ mm} / 5$ et $10 \text{ mm} / 5$ suffisent pour tous les cas usuels. Celui de $2 \text{ mm} / 5$ donne déjà le millionième.

La mesure des diamètres se fait au moyen d'une lunette à micromètre étalonné.

Cette méthode a permis de rectifier l'échelle des longueurs d'onde de Rowland.

III. Applications métrologiques. — L'emploi des méthodes interférentielles fournit le moyen le plus précis et parfois le plus commode pour mesurer certaines longueurs. L'emploi des franges de lames argentées permet d'étendre beaucoup cette importante application des interférences.

Le cas le plus simple est celui où l'on veut déterminer la distance de deux surfaces planes argentées parallèles. Tout revient à déterminer le numéro d'ordre d'un anneau. Si les deux surfaces sont celles de l'interféromètre, le numéro d'ordre est déjà connu à quelques dizaines près au moyen de l'échelle divisée. Il est facile d'achever la détermination en examinant les coïncidences de franges produites par deux ou trois radiations connues. Cela est facile, parce que l'on peut examiner les divers anneaux grâce au déplacement parallèle par flexion. On peut ainsi, au moyen des raies du mercure et du cadmium mesurer directement jusqu'à 7 ou 8 centimètres.

Dans le cas d'une épaisseur invariable (*éalon*) on est amené à employer des *franges de superposition*. Elles se produisent lorsqu'un faisceau de lumière blanche traverse successivement deux lames argentées dont les épaisseurs sont dans un rapport simple ($\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$, etc.). Il est facile de les étudier en employant un *éalon* et l'*interféromètre*.

Ces franges donnent le moyen de *copier* sur l'interféromètre une longueur donnée, ou d'en prendre la moitié, le tiers, le quart, etc. On a ainsi un moyen pour mesurer une épaisseur donnée, même lorsqu'elle est invariable, et qu'elle est beaucoup trop grande pour produire avec elle des interférences en lumière monochromatique.

Des artifices simples permettent de passer au cas des étalons à bouts ordinaires, et même aux étalons à traits.

Ce qui précède est naturellement applicable aux franges de lames minces : l'observation des coïncidences permet de déterminer très facilement les numéros d'ordre de diverses franges d'une lame étalon (la lumière de l'arc au mercure suffit dans ce cas). Les franges de superposition se produisent en faisant traverser par un faisceau de lumière blanche deux lames étalons placées l'une derrière l'autre. On projettera l'image de l'une des lames sur l'autre au moyen de deux lentilles formant système afocal. Ces franges de superposition donnent un moyen pour ainsi dire instantané pour la mesure de petites épaisseurs.

PRIX DES APPAREILS

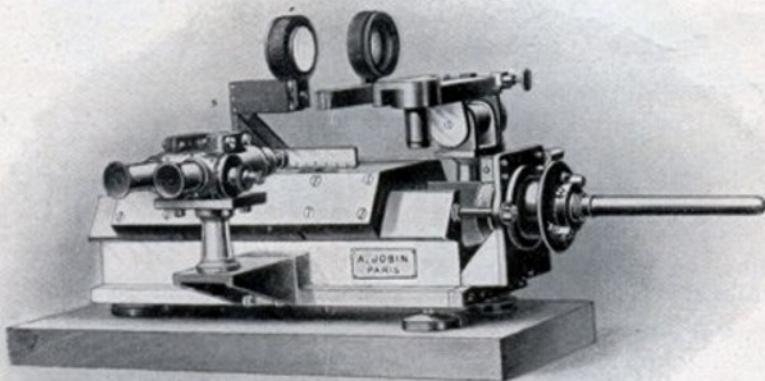


FIG. 1.

Interféromètre complet (fig. 1). Prix..... 3.500 fr.

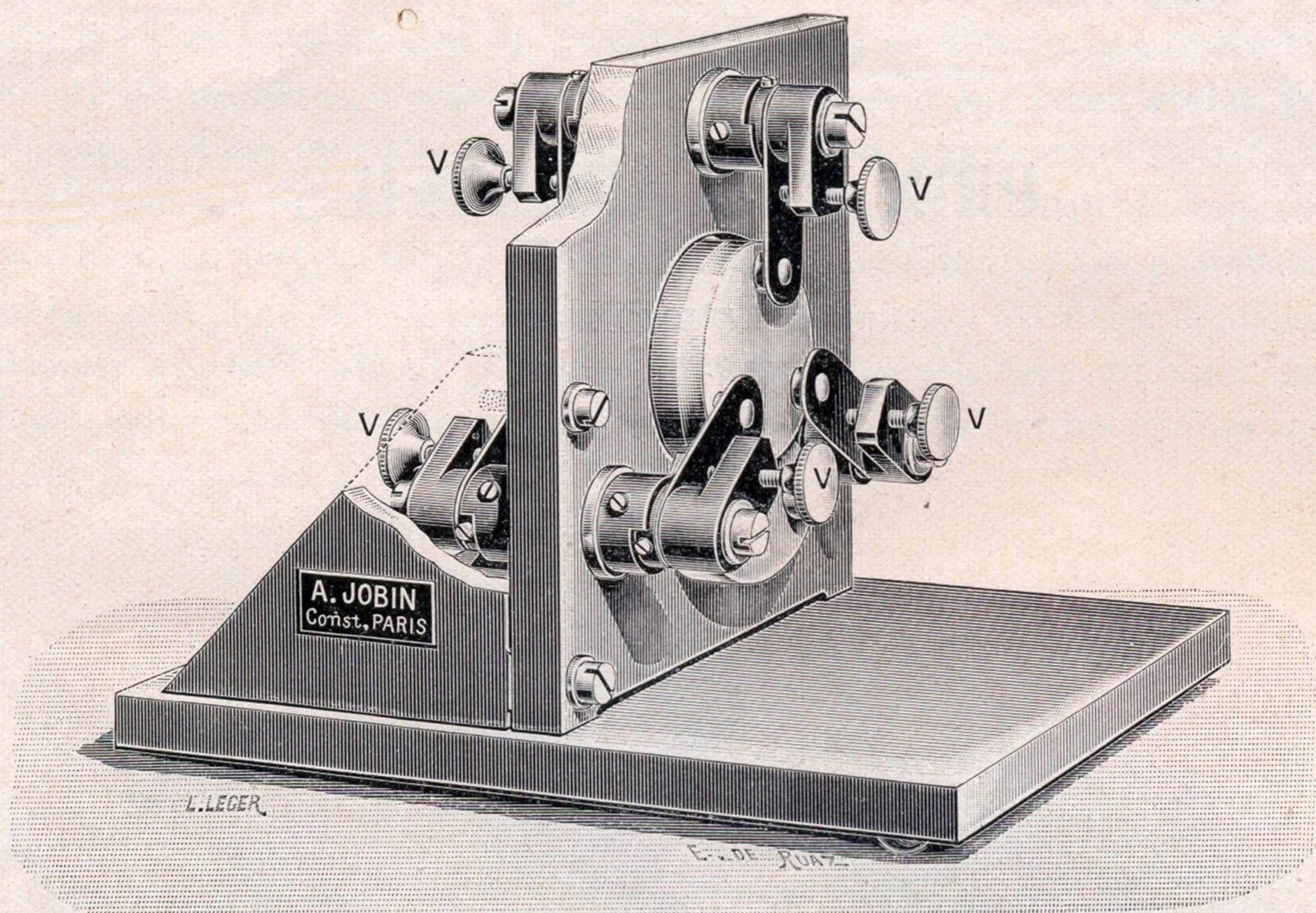


FIG. 2.

Étalons acier invar. 5-10-20 m/m , etc., dans monture (fig. 2).

Le parallélisme des pièces d'appui des glaces est donné à 1" près. La fin du réglage est obtenue par compression des pièces d'appui au moyen de la tension plus ou moins grande des ressorts V de la monture (fig. 2).

Chaque étalon porte un numéro de fabrication et est accompagné d'un certificat donnant sa mesure en longueurs d'onde.

La monture (fig. 2) permet, par un démontage et remontage simple, de recevoir des étalons de 5-10-20 m/m , etc.

Un seul jeu de glaces demi-argentées et une seule monture (fig. 2) suffit pour une série d'étalons.

1 Étalon complet acier invar avec glaces demi-argentées, dans monture (fig. 2), 5-10 ou 20 m/m **540** »

1 Étalon de rechange acier invar..... **150** »

Glaces de rechange crown; 1 face plane à $\frac{1}{30}$ de μ , demi-argentée, l'autre en travail ordinaire faisant un angle de 1' environ avec la précédente..... *la paire* **240** »

Glaces quartz faces perpendiculaires à l'axe ; 1 face plane à $\frac{1}{30}$ de μ demi-argentée, l'autre en travail ordinaire faisant un angle de 1' environ avec la précédente. *la paire* **300** »

1 Jeu de 3 étalons : 5-10-20 m/m , invar, avec 1 monture
(fig. 2) et 1 paire de glaces demi-argentées.....

890 »

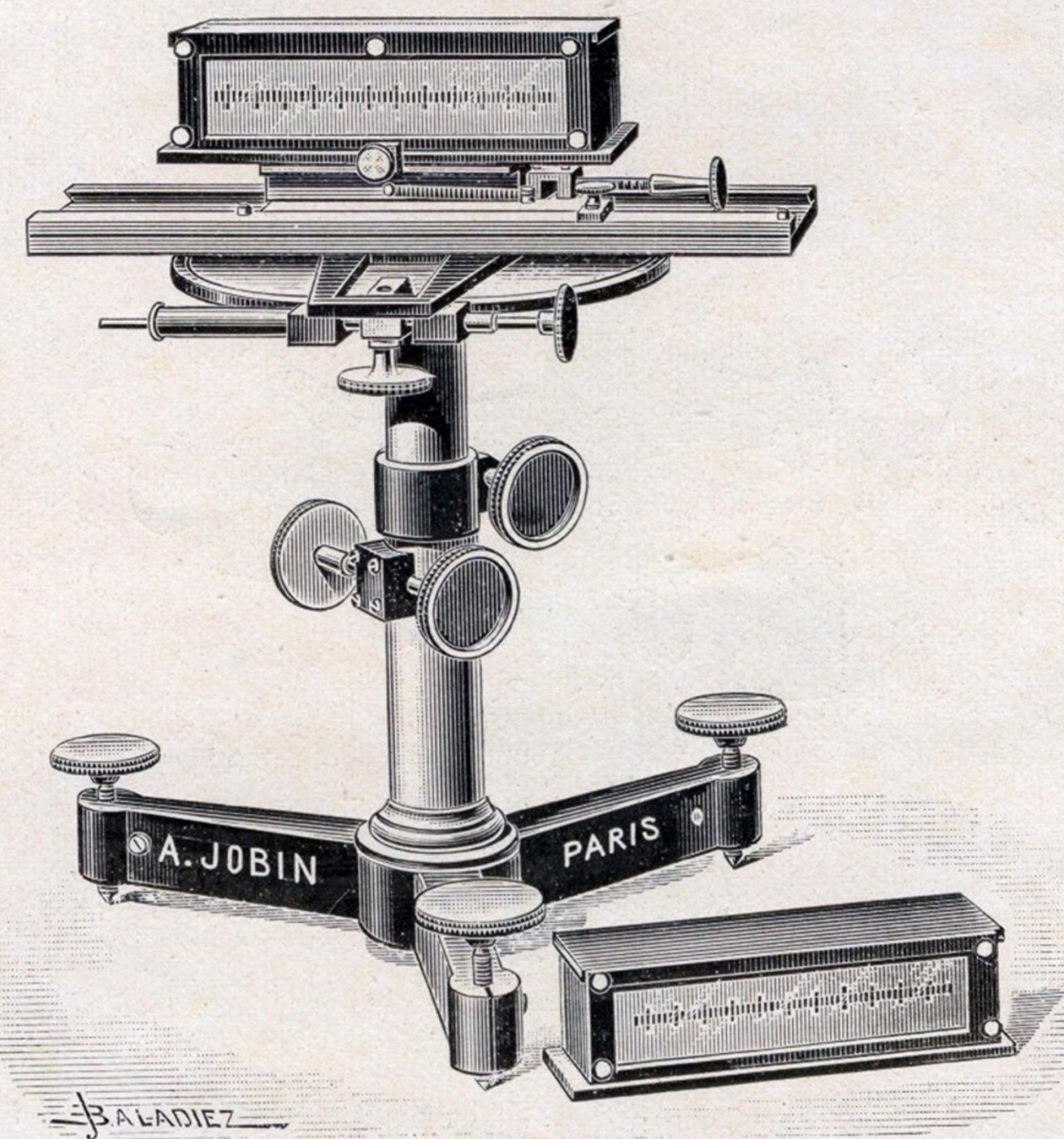


FIG. 3.

1 Support universel (fig. 3) pour recevoir les étalons dans leurs divers emplois, avec mouvement d'ascension par crémaillère, mouvement de translation rapide à main et lent par vis, mouvement d'orientation rapide à main et lent par vis et ressort antagoniste (fig. 3).....

450 »

Le même pied sans le mouvement de translation.....

350 »

Lames étalons minces, pour la mesure ou l'obtention de faibles épaisseurs, montées, assemblées, demi-argentées, avec division de repère, sur support universel : trépied à vis calantes, mouvements d'orientation, d'ascension et de translation (fig. 3).....

650 »

1 Paire de lames étalons minces, de rechange, montées, demi-argentées, divisées

200 »

1 Paire de lames nues prêtes à être demi-argentées, montées, etc., dans une des montures précédentes.....

100 »

Arc au Mercure dans le vide (non vidé).

20 »

Tube de Michelson mercure, cadmium, thallium, etc...	22 »
Étuves pour tube^s Michelson (modèle d'après Michel- son) sur pied.....	125 »

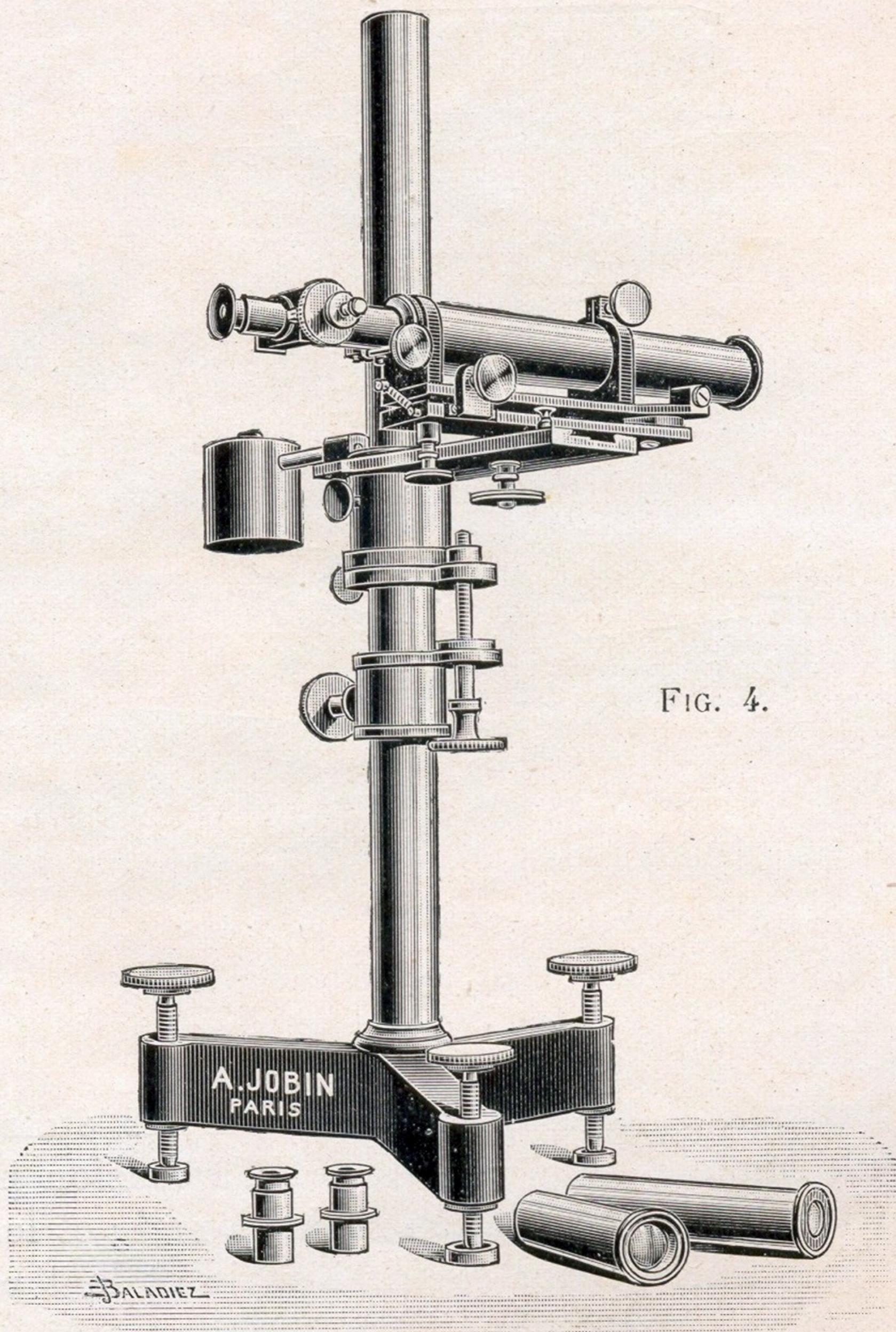


FIG. 4.

Viseur universel pour le pointé des franges et la mesure des diamètres angulaires, avec mouvement ascensionnel rapide et lent par vis; mouvement d'orientation dans un plan horizontal rapide à main et lent par vis; mouvement de translation par crémaillère et mouvement d'orientation par vis dans un plan vertical, permettant la visée de l'infini à $30^{\circ}/m$, 2 oculaires grossissement différent et 1 oculaire micrométrique..... **950** »

Etalonnage du micromètre en plus.

INTERFÉROMÈTRE PÉROT ET FABRY

NOUVEAU MODÈLE

Supplément à notre Notice : *Appareils interférentiels Pérot et Fabry*, 1909.

Cet appareil se distingue de celui qui est décrit dans la Notice indiquée ci-dessus par les traits suivants :

1^o Distribution nouvelle entre les deux porte-lames des mouvements d'orientation et de translation.

Le porte-lame antérieur (du côté de l'observateur) est susceptible de mouvements d'orientation rapides et lents; sa forme est triangulaire; il est suspendu élastiquement par un de ses sommets et aux deux autres sommets se trouvent de grandes vis calantes qui commandent les mouvements rapides d'orientation; les mouvements lents sont commandés par les vis latérales qui font tourner l'écrub des grandes vis calantes par l'intermédiaire d'un long bras, ce qui produit un effet de démultiplication.

Le second porte-lame, fixé sur le patin ou chariot central, reçoit tous les mouvements de translation; les mouvements rapides et lents sont obtenus, comme dans l'ancien modèle, au moyen d'une vis; les mouvements très lents sont obtenus par la flexion de deux pièces d'acier sur lesquelles deux câbles exercent des tractions qu'un organe de réglage permet de rendre équivalentes et qui sont commandées simultanément par le bouton visible au-dessus du chariot central.

2^o Suppression des soufflets en caoutchouc, tous les mouvements étant réalisés comme il est expliqué ci-dessus par des procédés purement mécaniques. Les réglages sont aussi fins et beaucoup plus rapides.

Catalogues et Notices de la Maison A. JOBIN

Polarimètres et Saccharimètres.

Instruments de Polarisation. — Spectroscopie.

Spectrométrie Interférentielle. — Métrologie Interférentielle.

Réfractomètres. — Goniomètres.

Appareils Interférentiels.