

Bernard Lyot

Évocation de sa personne et de son œuvre

Gérard Lyot

Le club Bernard Lyot, société astronomique du Vésinet a commémoré en automne 1997 le centenaire de la naissance de Bernard Lyot. Son fils, Gérard Lyot, a rédigé à cette occasion une biographie et a accepté sa publication dans les CC. De plus il nous a prêté de précieuses photos représentant son père ou liées au travail de celui-ci. Enfin il a lui-même élaboré des croquis à partir d'instruments réalisés par son père et les a mis à notre disposition.

Il y a cent ans, le 27 février 1897, naissait mon père Bernard Lyot.

Quand, en 1917, Bernard Lyot quitte l'École Supérieure d'Électricité, diplôme d'ingénieur en poche, il sort d'une adolescence marquée par deux terribles drames : d'abord, en 1904, la mort de son père, Constant Lyot, brillant chirurgien des Hôpitaux de Paris, puis en 1916, celle de son frère aîné Robert, victime de la Grande Guerre.

Tous ses loisirs sont consacrés aux sciences : électricité, TSF, mais aussi astronomie (il vient d'adhérer à la Société Astronomique de France). Loin de se cantonner dans la théorie, il met chaque notion en pratique, réalisant des montages sophistiqués avec les matériaux les plus rudimentaires. Avec son inséparable ami Marcel Gentili, qui pos-

sède déjà un superbe télescope de 60cm, il s'initie à de minutieuses observations.

Le physicien Alfred Pérot lui offre un poste de préparateur, pour illustrer son cours à l'École Polytechnique ainsi que celui de Jacques Fabry. Grâce au matériel de laboratoire hors pair mis à sa disposition et la qualité de son auditoire, durant onze années il donnera libre cours à sa créativité et à son habileté manuelle dans tous les domaines de la physique, développant ainsi l'aspect pluridiscipli-



naire de sa formation. Parallèlement, il invente pour le Ministère de la Guerre deux procédés originaux de radionavigation pour la marine et pour l'aviation.

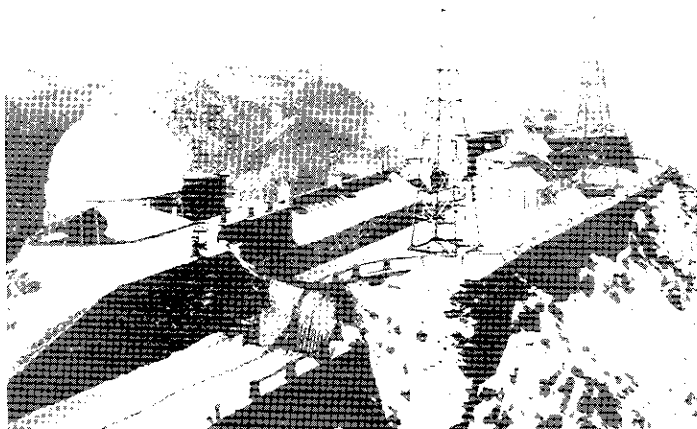
En 1920, Pérot le recommande auprès d'Henri Deslandres, membre de l'Institut et Directeur de l'Observatoire de Meudon pour un poste d'Astronome Assistant. Il ne l'obtiendra qu'en 1925, après avoir décroché les indispensables diplômes universitaires.

En attendant, c'est donc pratiquement en qualité d'astronome amateur et sans aucune contrainte hiérarchique, qu'il débute sa carrière, mais avec un projet précis : on savait déjà que, après réflexion sur un matériau donné, la lumière est partiellement polarisée dans une direction et dans une proportion variable selon l'angle de vue et la nature de ce matériau. La comparaison des courbes de polarisation relevées sur les planètes et sur différents matériaux terrestres pourrait donc être très révélatrice ! Mais il n'existait alors aucun polarimètre suffisamment sensible...

Lyot invente alors et construit lui-même, à partir du polariscope de Savart, un **polarimètre visuel** très lumineux, d'une sensibilité de un millième.

A l'aide de cet appareil et d'une lunette personnelle de 175mm (c.f. croquis n°1) et parfois aussi de la grande lunette de Meudon, il consacre plus de huit ans à tout le système solaire. Il détermine ainsi, avec une précision surprenante, la nature du sol et de l'atmosphère des planètes. Ces résultats, d'une importance capitale, régulièrement publiés par ailleurs, font l'objet de sa thèse en 1929.

Dès 1928, il songe à étendre le procédé à la détection de la couronne solaire, invisible en dehors des éclipses, mais dont on sait que la lumière est faiblement polarisée. Malheureusement, selon une opinion universellement admise, un obstacle semblait insurmontable : la diffusion par l'atmosphère

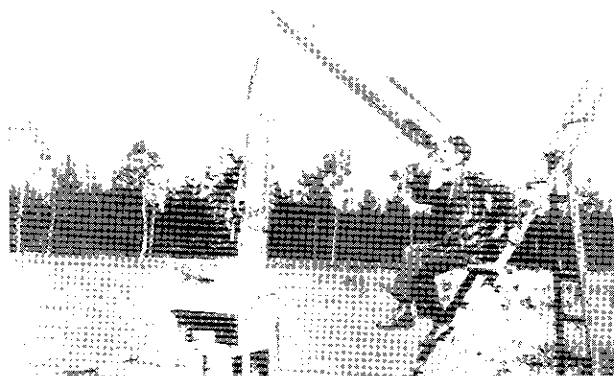


L'Observatoire du Pic du Midi vers 1930

terrestre de la lumière du disque solaire, un million de fois plus intense que celle émise par la couronne !

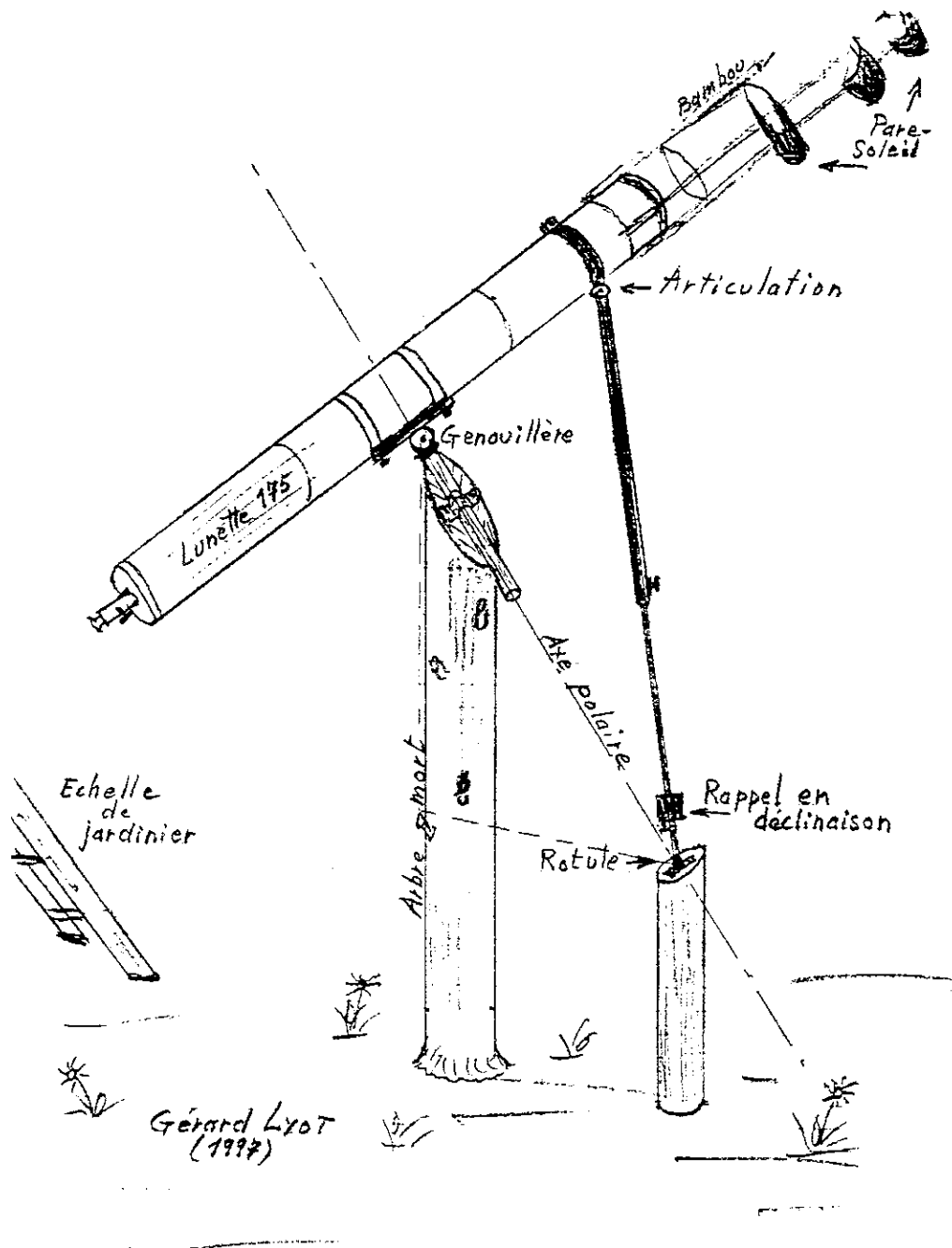
Lyot connaissait déjà ce problème, car pour observer Mercure, il faut parfois pointer la lunette très près du Soleil, et une intense lumière diffuse envahit alors le champ d'observation. En Juillet 1929, sur le conseil de son collègue de Meudon Fernand Baldet, il monte à l'Observatoire du Pic du Midi à 2870 m d'altitude, et reste émerveillé par la transparence du ciel !

Pourtant le problème subsiste en grande partie. C'est la preuve que le responsable en est l'instrument d'observation¹ lui-même et non l'atmosphère. Une étude en laboratoire s'impose. Charles Fabry, directeur de l'Institut d'Optique à Paris met à sa disposition le local approprié : un long couloir à l'extrémité duquel Lyot installe une source lumineuse intense, d'un diamètre apparent voisin de celui du Soleil. A l'autre bout, sur un banc d'optique rudimentaire, l'objectif de la lunette à étudier forme sur un disque opaque une image de la source. La lumière de celle-ci est donc totalement occultée, sauf en ce qui concerne la part due aux défauts de la lentille qui deviennent très visibles. Des clichés stéréoscopiques permettent de déterminer leur position exacte et de sélectionner la partie du verre dans laquelle sera taillée et soigneusement polie la lentille définitive. Pour éliminer l'importante lumière due à la diffraction sur les bords, Lyot a l'idée fondamentale d'en projeter l'image sur un diaphragme au moyen d'une seconde lentille placée derrière le disque opaque.



L'Ile-Bouchard (Indre et Loire), Château du Temple, 1923. Lunette de 175mm. Bernard Lyot, observations de plein air.

Observation de Mercure à l'île Bouchard



Croquis n°1

La lunette de 175mm utilisée par Bernard Lyot au début des années 20, à l'île Bouchard, pour ses recherches polarimétriques. Elle est montée sur une simple genouillère de lunette terrestre, fixée parallèlement à l'axe des pôles à un tronc d'arbre entaillé sous le bon angle. Une tige de longueur réglable relie en outre la lunette à un point fixe, dans le prolongement de cet axe. L'ensemble constitue une monture équatoriale suffisamment rigide pour des délicates mesures, comme ici sur la planète Mercure. Des caches, fixés à des bambous, protègent l'objectif du Soleil. Il fallait du doigté pour travailler dans ces conditions...

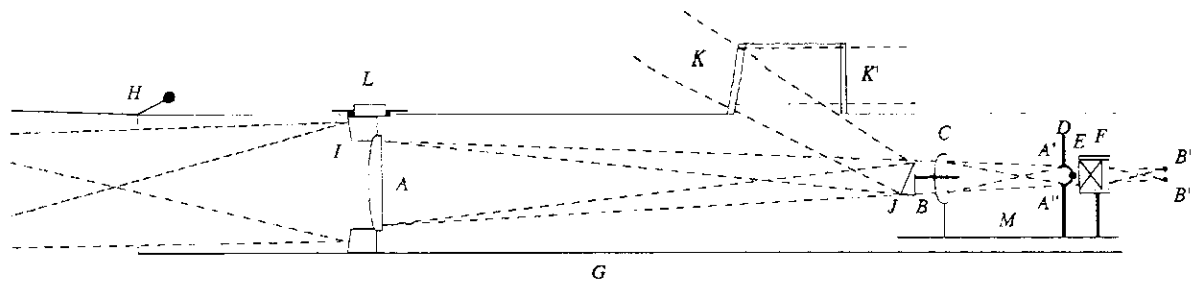


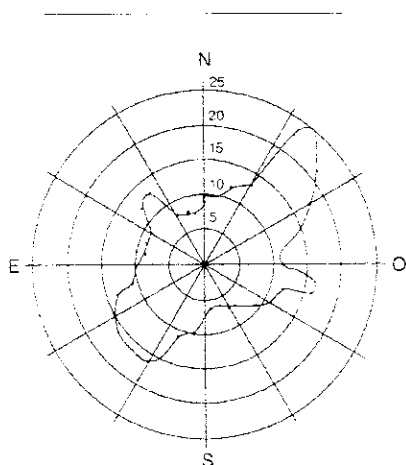
Schéma du coronographe

Il décrit ainsi l'instrument qu'il venait d'inventer : "la lentille (A, l'objectif) essuyée très soigneusement, est placée dans un tube graissé intérieurement. Elle forme l'image du Soleil sur un disque opaque (B) qui déborde cette image d'une vingtaine de secondes d'arc. Cet écran arrête la lumière solaire directe ; il est suivi d'une lentille de champ (C) qui forme une image de la première lentille sur un diaphragme à iris (D). Les bords du diaphragme arrêtent la lumière diffractée par ceux de la première lentille ; son centre est occupé par un petit écran (E) qui arrête les rayons réfléchis par les centres des faces. Derrière le diaphragme et l'écran, à l'abri de la lumière diffusée, un objectif très fortement corrigé (F) donne une image achromatique de la couronne et des protubérances".

En juillet 1930, accompagné de son épouse, Lyot monte au Pic avec dans ses bagages un premier objectif de 80 mm d'ouverture et 2 m de focale, ainsi que les pièces complémentaires. Il confectionne un tube (encore visible à l'observatoire de Meudon) avec de vieilles lames de parquet et fixe le nouvel instrument le long de la lunette de 23 cm dont la monture est très stable. En alternance avec Mercure, il observe le Soleil. Les protubérances sont parfaitement visibles, "avec la couleur rosée qu'elles présentent pendant les éclipses". Le polarimètre à franges permet de détecter sur la couronne

la proportion de lumière polarisée, que Lyot reporte sur un diagramme circulaire :

"la forme générale de ce graphique, dira-t-il, présente probablement une certaine analogie avec celle de la couronne". Au spectrographe, il obtient des clichés de la raie verte et de la raie rouge. Charles Fabri, monté en visite le 9 août, peut le féliciter.



31 juillet 1930 à midi
Proportion de lumière polarisée, en millièmes, à 80'' du bord solaire

De retour à Paris, il présente ses résultats le 10 novembre 1930 dans une communication à l'Académie des Sciences, mais il attend le printemps suivant pour décrire avec précision le "dispositif optique diffusant très peu la lumière" qui révolutionnera l'astronomie solaire en autorisant l'étude de la couronne en dehors des éclipses.

Un nouvel objectif, de 130 mm d'ouverture, et 3,15 m de distance focale est en cours

d'achèvement à l'Institut d'Optique, tandis qu'à Meudon, le mécanicien A. Martin prépare les éléments d'un spectrographe perfectionné permettant l'utilisation soit d'un prisme, soit d'un réseau, et pouvant de plus fonctionner en spectrohéliographe, grâce à un mécanisme ingénieux mais très complexe.

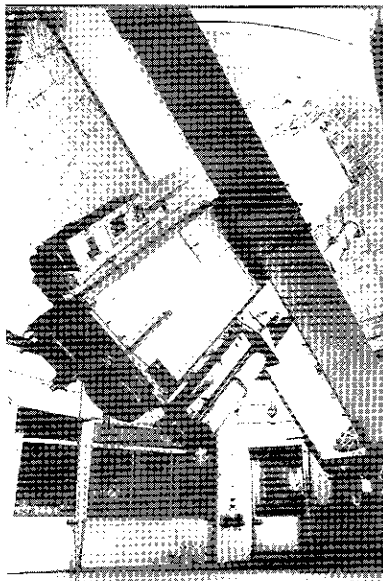
En juin 1931, tout ce matériel (210 kg), monté au Pic à dos d'homme, dans la neige, est assemblé et réglé par Lyot lui-même, en toute simplicité, avec l'aide de son épouse, du cuisinier Carmouze et sans doute du physicien Joseph Devaux, disparu en 1936 dans le naufrage du "Pourquoi pas ?". Le nouveau "coronographe" permet pour la première fois d'obtenir une image de la couronne, et l'analyse minutieuse des clichés spectrographiques à Meudon, avec l'aide d'Henri Grenat, apporte entre autres deux renseignements importants : la température extraordinairement élevée de la couronne solaire, et sa rotation un peu plus lente que celle du Soleil.

Un instrument encore plus grand (200 mm d'ouverture et 4 m de focale) est alors mis en chantier avec un soin extrême. Il sera définitivement mis en service au Pic en juin 1936 pour une durée de 40 ans !

Les années qui suivent sont riches en découvertes ; la plus spectaculaire d'entre elles concerne les extraordinaires mouvements des protubérances.

Conseillé par le cinéaste Joseph Leclerc, Lyot met au point un dispositif très sophistiqué de prise de vues cinématographique et de tirage. Lors de leur projection devant les membres de l'Union Astronomique Internationale réunis à Stockholm en août 1938, ses films, suggérant la notion toute nouvelle de l'hydromagnétisme, susciteront l'enthousiasme de la communauté scientifique mondiale. Celle-ci, encore quel-que peu réservée au début des années 30, ne ménage plus les éloges, ni les récompenses. Parmi celle-ci, la Médaille d'or de la Royal Astronomical Society. Enfin, en Mars 1939, Bernard Lyot est élu à l'Académie des Sciences et à 42 ans en devient le plus jeune membre.

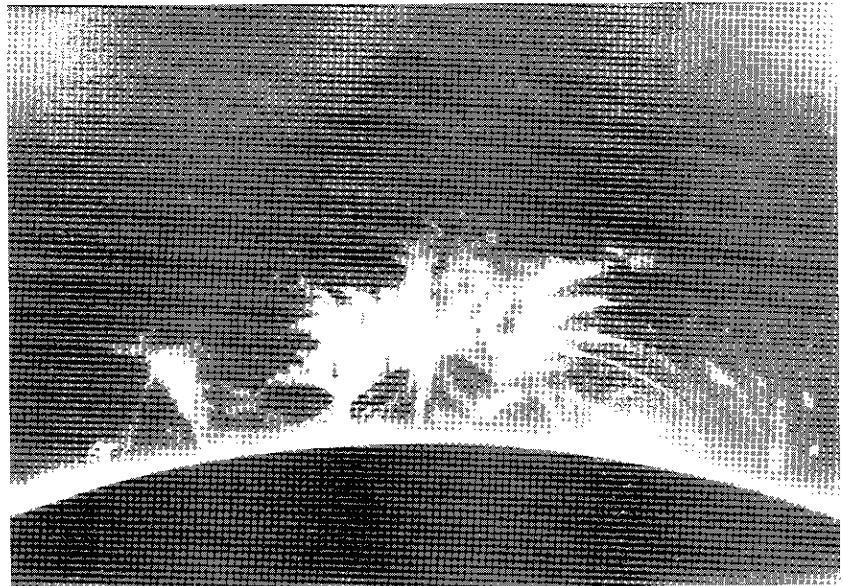
Entre temps, par un procédé très élaboré dont il avait déjà publié le principe en 1933, utili-



La coupole Baillaud en 1965.
(Pic du Midi).

De haut en bas:

- lunette polarimétrique pour l'observation du plasma et de la couronne, installée en 1961
- lunette réfracto-réfecteur installée par Bernard Lyot en 1944.
- coronographe de 20 cm installé par Bernard Lyot en 1935.



Protubérance solaire le 12 juin 1937 à 8h 32

sant les interférences produites en lumière polarisée par des lames biréfringentes, Lyot met au point un "**filtre monochromatique polarisant**"² permettant avec des temps de pose très courts, d'obtenir des images très détaillées de la couronne³. Il a le temps de l'installer derrière le coronographe et de faire les premiers clichés en août 1939.

Mais survient la guerre et l'invasion de la France ; à Meudon l'occupant contrôle toutes les activités. En août 1941, Lyot obtient un laissez-passer pour se rendre en zone libre, à l'observatoire du Pic du Midi. Avec l'appui de son directeur Jules Baillaud, il remplace provisoirement l'objectif de 23 cm de la lunette par un excellent objectif de 38 cm prêté par l'Observatoire de Toulouse, et profitant de l'opposition de Mars, entame avec Marcel Gentili et Henri Carmichel une campagne approfondie d'étude visuelle et photographique de la surface des planètes et de leurs satellites : dessins et clichés sont d'une exceptionnelle richesse ! Mais il faut restituer l'objectif...

Lyot emprunte alors l'objectif de 60 cm du grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris, alors dirigé par Ernest Esclanon, ainsi que deux miroirs plans de 50 et 30 cm. Comme la focale est de 18 m, son projet est de replier le faisceau en trois pour le faire tenir dans le tube de la lunette du Pic, qui ne fait que 6 mètres de long mais qui est double. Malgré toutes sortes de difficultés, ces pièces lourdes et fragiles sont montées et assemblées au cours de l'été 1943 : résultats...décevants ! Il faut redescendre les miroirs (à dos d'homme), les faire retoucher à Paris et les transporter une nouvelle fois au Pic... les résultats sont bons mais il subsiste encore quelques défauts imputables uniquement à l'argenture. En février 45, après la Libération, nouveau démontage pour étudier de près dans un laboratoire improvisé sur place les inégalités d'épaisseur d'argenture et les corriger ; celle du miroir de 30 cm sera refaite 11 fois ! Les résultats sont parfaits cette fois et la campagne d'observations commencée en 41 ne s'achèvera qu'en 1973.

Durant cette période il avait poursuivi, grâce au coronographe et au filtre polarisant, l'étude spectrographique, photographique et cinématographique du Soleil. Avec la collaboration de Maurice Françon, il invente pour l'étude très fine des surfaces optiques la méthode du "**contraste de phase**". Après la guerre, grâce à de nouvelles "cellules à multiplicateur d'électron" qu'il rapporte d'un voyage d'étude aux USA, il réalise en 1948, un "**polarmètre photoélectrique**" dont il avait défini le principe en 1923. Cette nouvelle invention lui permet de perfectionner le filtre monochromatique, et en 1950 de construire le "**coronomètre photoélectrique**"⁴ rendant possible l'étude de la couronne en pleine et, sans coronographe !

En moins de quinze ans, les connaissances sur ce gigantesque laboratoire qu'est le Soleil, où les spécialistes de la physique moderne peuvent maintenant contempler grandeur nature des phénomènes illustrant et vérifiant leurs théories les plus récentes, ont progressé à pas de géant. De plus, les nouveaux projets ne manquent pas. Heureusement, de jeunes astronomes, parmi lesquels Audouin Dollfus, assistent maintenant Bernard Lyot dans ses nombreuses tâches. Mais les séjours au Pic du Midi, maintenant dirigé par Jean Rösch se font de plus en plus rares... faute de temps !

En 1951, malgré l'abondance des recherches en cours, Lyot accepte de diriger une mission franco-égyptienne pour observer à Khartoum, au Soudan l'éclipse de Soleil du 25 février 1952. Repassant au retour par l'Egypte, dans un pays en pleine révolution malgré la fatigue et la mauvaise foi des égyptiens qui prétendent s'approprier ses résultats, mais soutenu par la présence affectueu-

se et dévouée de son épouse, il doit encore séjourner au Caire. C'est alors, le 2 avril, dans le train qui le conduisait à l'observatoire d'Hélouan qu'une crise cardiaque l'emporte...

Tous ceux qui l'ont bien connu, appréciaient sa droiture, sa gentillesse, sa gaieté, sa simplicité, sa fidélité envers ses amis ; mais aussi une culture, une insatiable curiosité, un goût de la perfection et une persévérance allant parfois jusque l'obstination ! Il se consacrait entièrement à tout ce qu'il entreprenait et y pensait à chaque instant, au prix de quelques distractions dont il était le premier à rire. Il a toujours refusé les fonctions comportant des tâches administratives qui l'auraient détourné de sa mission principale et n'a jamais écrit de livres... Mais par contre, rappelant souvent qu'il devait sa vocation à l'oeuvre vulgarisatrice de Camille Flammarion, il n'a jamais mesuré son temps dans la préparation de conférences que, devant un public nombreux et attentif, il tenait à la Société Astronomique de France. Bon nombre d'astronomes amateurs tireront encore profit de la relecture de ces textes.

Avec un sens aigu de la mécanique, une rare habileté manuelle et une solide formation d'ingénieur, il pouvait sans problème construire la plupart des appareils et objets dont il avait besoin, et ne s'en privait pas ! Sportif, il pratiquait l'escalade, le ski, le patinage, le canoë, la natation (sur des kilomètres !) autant que ses loisirs le lui permettaient. Plein d'humour et d'esprit juvénile, il aimait faire participer son entourage aux nombreuses "blagues" qu'il imaginait pour l'amusement de tous ; les anciens du Pic du Midi en ont gardé le souvenir ! Pour ma mère, mon frère et moi, il était le compagnon idéal au cours des trop courtes vacances que nous pas-

sions ensemble. Un père affectueux et gai dont je ne me lasse pas d'évoquer la mémoire.

Notes de la rédaction :

1 - diffraction par les bords de l'objectif, diffusion par les poussières et rayures sur les surfaces optiques ou les bulles dans la masse du verre.

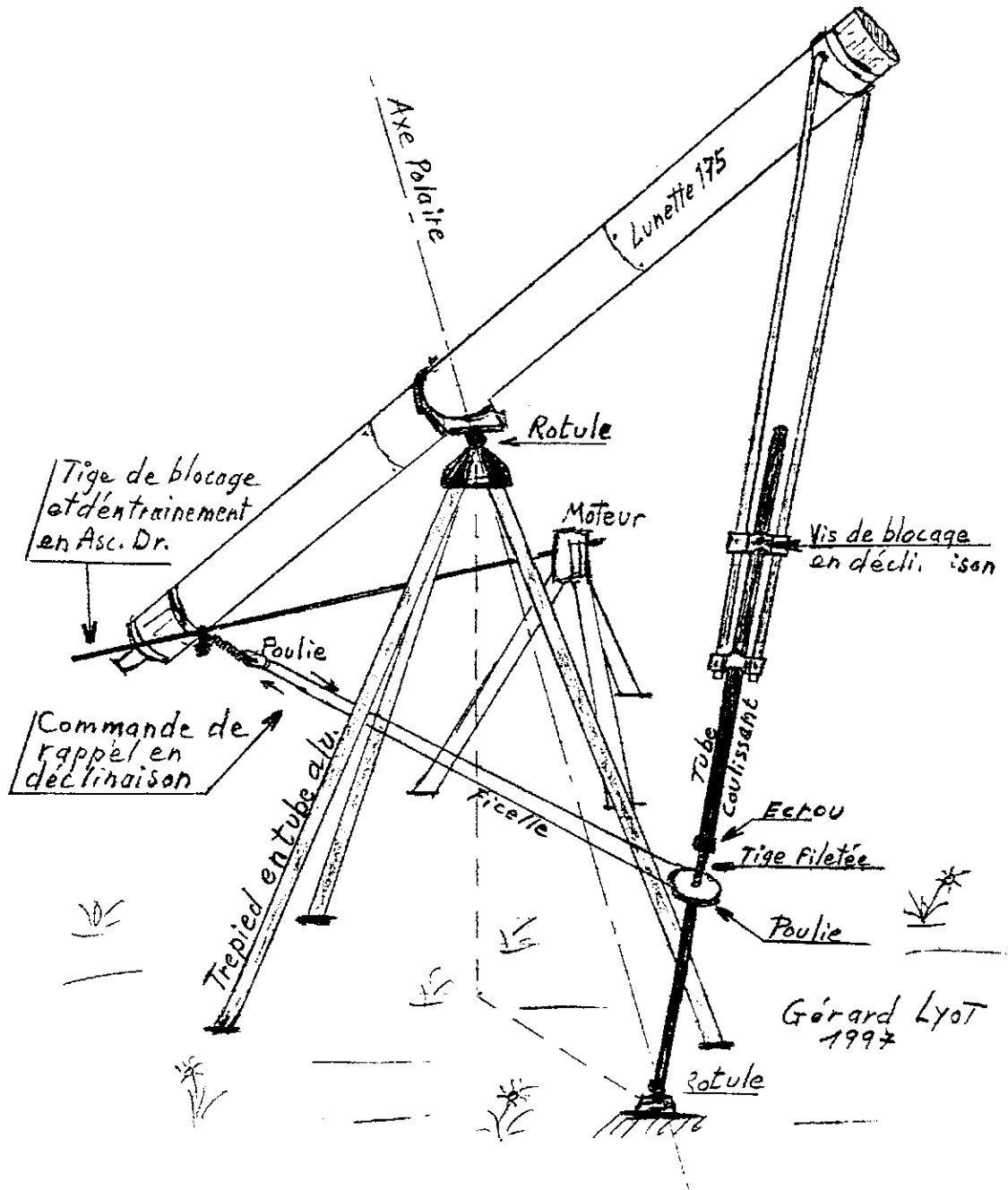
2 - Une lame cristalline biréfringente, quartz ou spath d'Islande, placée entre deux polariseurs transmet un spectre cannelé constitué par une succession de cannelures brillantes et sombres, régulièrement espacées, selon que les deux vibrations privilégiées transmises par le réseau cristallin anisotrope de la lame émergent en phase ou en opposition. La superposition d'une série de tels éléments, dans lesquels les lames cristallines ont des épaisseurs en progression géométrique de raison 2, constitue un filtre qui transmet un petit nombre de bandes bien monochromatiques. Par construction on peut obtenir que certaines de ces bandes coïncident avec des radiations intéressantes du point de vue astronomique ou qu'elles s'en écartent peu. Le filtre de Lyot présente l'avantage d'une grande luminosité (il permet l'examen monochromatique d'un champ étendu (quelques degrés)) et d'un faible encombrement qui permet de l'installer sur n'importe quelle lunette.

Le filtre original réalisé par Lyot en 1941 isolait outre les raies H_{α} et H_{β} de la chromosphère, les raies coronales 5303 Å de Fe XIV (verte) et 6374 Å de Fe XIII (rouge).

3 - et aussi de la chromosphère et des protubérances

4 - la particularité choisie est la présence de la raie d'émission verte 5303 Å ; avec cet instrument, Lyot a pu détecter la couronne sans coronographe sous le ciel brumeux de Paris.

Bratiös
 Dispositif construit par Bernard Lyot
 pour observer l'éclipse totale de Soleil
 du 7 juillet 1945



Le 7 juillet 1945, deux mois seulement après la fin de la guerre en Europe, une éclipse totale de Soleil est visible dans le Nord de la Suède. Bernard Lyot confectionne pour sa lunette de 175 mm, une monture facile à transporter : la lunette repose sur une rotule. Elle est maintenue par une fourche articulée au sol en un point précis constituant avec la rotule l'axe horaire de l'instrument. A sa base, une poulie actionnée par un fil tendu par un ressort permet le réglage en déclinaison. un mécanisme assure l'entraînement par l'intermédiaire d'une tige.