

LE CROISSANT LUNAIRE

Dans un article publié ici il y a trois ans ⁽¹⁾ sous le titre : *Jeunes et vieilles lunes*, j'appelais l'attention des lecteurs sur quelques propriétés peu connues du croissant lunaire. On trouvera ici la discussion d'observations nouvelles qui permettent de préciser les conclusions de ma première étude.



Fig. 22. — Le croissant lunaire et la Lumière cendrée. Le 5 janvier 1935, de 18^h20^m à 18^h22^m. Phot. F. QUÉNISSET. (Objectif Couder.)
Observatoire Flammarion de Juvisy.

Je dois rectifier tout d'abord la limite que j'avais indiquée pour la visibilité du croissant, en plein jour, au voisinage du Soleil. A la suite d'essais infructueux, j'avais conclu que la Lune n'était pas visible, vers midi, à moins de 30 degrés du Soleil. Mais voici 3 cas de visibilité qui reculent considérablement la limite :

31 juillet 1932 : 24°.

23 août 1933 : 28°.

26 août 1935 : 29°.

Dans les deux premiers cas, j'avais dû m'aider d'un théodolite orienté et

(¹) *L'Astronomie*, février 1932, page 57.

d'un chronomètre, pour découvrir la Lune dans le ciel ; le 26 août dernier, elle fut aperçue à l'œil nu, sans le secours d'aucun instrument.

A 24° du Soleil, la Lune se montrait vers midi, le 31 juillet 1932, comme un très mince filet blanc, difficilement visible à l'œil nu, plus aisément perceptible dans une petite lunette ; sa partie centrale apparaissait seule, sur une étendue de 90° environ. On peut conclure de cette observation que, dans les mêmes conditions atmosphériques (ciel très pur, en Provence, balayé par un fort mistral), la limite extrême de visibilité est d'environ 20°.

* * *

J'en arrive maintenant aux observations de l'arc déficient. Au voisinage des quadratures, la partie éclairée du bord lunaire (il s'agit cette fois d'observations faites la nuit) s'étend sur un peu plus d'une demi-circonférence, parce que des sommets montagneux, situés au delà du terminateur géométrique, émergent de l'ombre, en raison de leur relief très accusé. Mais lorsque la Lune est tout près du Soleil, et qu'elle nous offre un mince croissant, le jeu des ombres propres et des ombres portées l'emporte sur l'effet précédent. Une large bande de terrain, située le long du terminateur et exposée au Soleil, nous présente le revers obscur de ses montagnes, tandis que les plaines éclairées par un éclairage rasant nous sont cachées par les crêtes qui les bordent. Cette bande, contiguë au terminateur, nous paraît complètement obscure ; elle comprend notamment la région des cornes du croissant, qui, par suite, sont plus ou moins raccourcies suivant la phase. En conséquence, le croissant embrasse moins d'une demi-circonférence, et il est d'autant plus court que la Lune est plus près du Soleil. Il disparaît même complètement lorsque la Lune se trouve à moins de 7° du Soleil. C'est pour déterminer aussi exactement que possible cette distance critique que j'avais sollicité de nouvelles observations de la longueur du croissant.

J'ai appelé *arc déficient* (voir *loc. cit.*) la distance de la corne *apparente* au terminateur géométrique, mesurée dans la direction de la Terre. C'est, exprimée en degrés, la plus grande largeur de la bande invisible. La formule qui relie l'arc déficient à la phase de la Lune et à la longueur du croissant se trouve dans l'article précité. L'arc déficient s'annule lorsque la Lune se trouve à environ 40° du Soleil : la distance des cornes est alors de 180° ; à de plus grandes distances du Soleil, il y a extension des cornes au delà d'une demi-circonférence : par continuité, l'arc déficient devient alors négatif.

La détermination de l'arc déficient aux différentes phases offre un intérêt pour la photométrie de la Lune. Si l'on connaît le moment où le croissant s'évanouit, on peut extrapoler la courbe de lumière de la Lune jusqu'à des angles de phase où les mesures photométriques sont impossibles.

La distance des cornes, qu'il faut mesurer pour en déduire l'arc déficient, s'obtient avec précision au moyen de mesures micrométriques effectuées directement sur l'image télescopique de la Lune, ou sur des images photographiques.

Quand on ne dispose pas du matériel nécessaire à ces opérations, on peut estimer à quelques degrés près la longueur du croissant en plaçant à vue ses extrémités sur un cercle, telles qu'on les voit dans la lunette, et en mesurant ensuite leur angle au centre à l'aide d'un rapporteur. Cette méthode est suffisante lorsque le croissant diffère notablement d'une demi-circonférence.

La structure des cornes est complexe. Il arrive souvent que l'une d'elles, sinon les deux, soit prolongée par un ou plusieurs points lumineux détachés. Pour ma part, j'ai toujours adopté conventionnellement comme extrémité de la corne le dernier point lumineux visible. C'est peut-être pour cette raison que j'obtiens généralement des valeurs de l'arc déficient plus petites que celles de mes correspondants. Pour bien voir ce chapelet de points brillants situés sur le contour de la Lune, dans le prolongement du croissant, il faut utiliser une lunette astronomique ou, à défaut, des jumelles de grossissement élevé.

Dans le crépuscule, l'extrême pointe du croissant ou les points brillants qui la prolongent peuvent échapper à la vue de l'observateur. On ne peut pas répondre des mesures lorsque la lumière cendrée n'est pas visible. Malheureusement, elle se montre rarement lorsque la Lune est âgée d'un jour ou deux : il faut alors redoubler d'attention et de circonspection.

Les observations discutées ici comprennent une très belle série d'observations photographiques qui m'ont été très obligeamment fournies par M. Quéni-
 nisset, et dont la mesure est facile et sûre. J'ai eu en outre à ma disposition les estimations visuelles de M. Leonid Andrenko et de M^{me} Anne Andrenko, à Kharkov ; de M. Epe Loreta, à Bologne, et de M. Tshernov, à Dnéprostroï (Ukraine). J'ai effectué moi-même un certain nombre d'observations au micro-
 mètre ou par passages, ainsi que de simples estimations.

M. F. QUÉNISSET (OBS. PHOTOGRAPHIQUES)

		<i>a</i>	2ω	α
1908 septembre	22	38°	178 ^o ,6	+ 0 ^o ,4
1909 février	23	47	184,6	— 1,7
1911 février	1	29	175,2	+ 1,2
1924 mars	10	58	183,2	— 1,4
— —	13	92	184,3	— 2,1
1932 avril	8	30	175,3	+ 1,2

L. ET A. ANDRENKO (ESTIMATIONS)

		<i>a</i>	2ω	α	L. C.
1932 avril	7	19 ^o	160 ^o	3 ^o ,3	limite.
mai	7	23	166	2,7	?
juillet	5	23	152	(5,5)	invis.
	6	36	168	(3,7)	invis.
1934 février	16	36	168	(3,7)	vis.
mars	17	29	158	(5,4)	?
	18	41	170	(3,3)	vis.
avril	16	34	156	(6,7)	vis.
mai	14	15	105	(9,0)	invis.

M. E. LORETA (ESTIMATIONS)

		a	2ω	α	L. C.
1932	mars 9	27 ⁰	170 ⁰	2 ⁰ , 2	vis.
	mai 7	23	165	2, 9	vis.
	juillet 1	34	176	1, 1	vis.
	5	23	158	4, 3	limite.
	6	35	174	1, 7	vis.
	août 29	34	173	2, 0	vis.
	30	22	154	4, 8	vis.
	octobre 27	34	160	(5, 6)	vis.
1933	mars 28	30	170	2, 5	vis.
	septembre 17	32	168	(3, 1)	vis.
	décembre 19	36	170	(3, 0)	vis.
1934	février 15	23	155	(4, 9)	brouillard.
	16	36	174	1, 8	vis.
	avril 15	22	162	3, 4	vis.
	16	34	176	1, 1	vis.
	mai 14	15	130	6, 2	limite.
	15	26	155	(5, 5)	brume.
	juillet 9	29	170	2, 4	vis.
1935	février 4	14	120	7, 0	limite.
	5	29	165	(3, 6)	vis.
	mars 7	37	174	1, 8	vis.
	avril 4	17	140	5, 9	?
	5	31	172	2, 1	vis.

M. TSHERNOV (ESTIMATIONS)

		a	2ω	α	L. C.
1932	août 29	35 ⁰	165 ⁰	(4 ⁰ , 3)	vis.
1933	mai 25	15	146	4, 3	faible.
	juillet 20	29	171	2, 2	vis.
	août 19	25	170	2, 1	vis.
1934	mars 16	15	153	3, 5	vis.
	17	28	169	2, 6	vis.
	avril 15	22	163	3, 2	vis.
	16	33	173	1, 9	vis.
	mai 14	14	143	4, 5	faible.
	15	26	156	(5, 0)	vis.
	16	37	171	(2, 7)	vis.
	juin 13	19	147	5, 3	invis.

M. A. DANJON (OBS. VISUELLES)

		a	2ω	α	Remarques
1931	août 12	23 ⁰	160 ⁰	3 ⁰ , 9	estimation.
	13	8	78	6, 2	—
	septembre 10	28	165	3, 5	—
1932	avril 8	29	176, 3	0, 9	passages.
	mai 9	45	183, 5	— 1, 2	microm.
	juillet 30	39	177, 2	0, 9	passages.
	31	27	173, 1	1, 6	—
1933	mars 27	19	164, 7	2, 5	microm.
	28	30	176, 0	1, 0	—
	août 18	34	176	1, 1	estimation.
	19	23	162	3, 4	—
	20	12	120	5, 8	—
	septembre 18	18	158	3, 5	—
1934	mai 15	26	175, 6	0, 9	microm.

L'accord des observations photographiques et micrométriques est satisfaisant. Les estimations à vue sont beaucoup moins concordantes. Celles de M. Andrenko ont été faites avec des jumelles de grossissement 2 ; aussi, donnent-elles en général des valeurs de l'arc déficient plus élevées que celles des

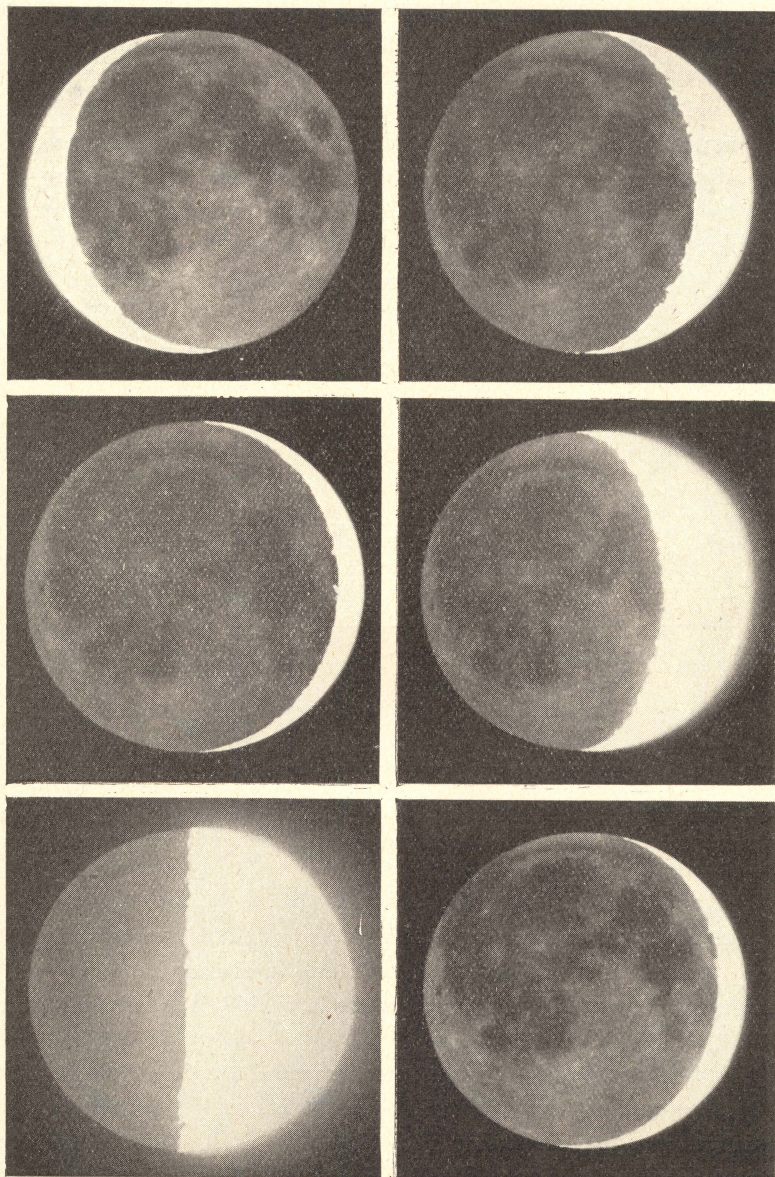


Fig. 23 à 28. — Photographies du croissant lunaire, montrant son accourcissement et la lumière cendrée (Objectif Viennet).

1908, septembre 22, 4^h30^m à 4^h40^m
 1911, février 1, 18^h12^m à 18^h22^m
 1924, mars 13, 20^h10^m à 20^h25^m

1909, février 23, 6^h49^m à 6^h59^m
 1924 mars 10, 19^h25^m à 19^h40^m
 1932, avril 8, 19^h39^m à 19^h46^m

Observatoire Flammarion de Juvisy.

Phot. F. QUÉNISSET.

autres observateurs. D'autre part, les observations obtenues par temps brumeux ou dans le crépuscule, la lumière cendrée étant invisible, sont le plus souvent aberrantes : la comparaison des observations simultanées du 14 mai 1934 est instructive à cet égard. J'ai cru pouvoir éliminer, en les plaçant entre parenthèses, les déterminations manifestement trop fortes, bien qu'il ne m'ait pas toujours été possible de définir la cause d'erreur qui les a affectées.

Les observations nouvelles (les anciennes ont été publiées en 1932) sont rassemblées dans les tableaux ci-dessus. Les données m'en ont été communiquées par lettre ou sont extraites de la *Gazette Astronomique d'Anvers* qui a publié les observations de MM. Andrenko, Loreta et Tshernov (les errata m'ont été fournis

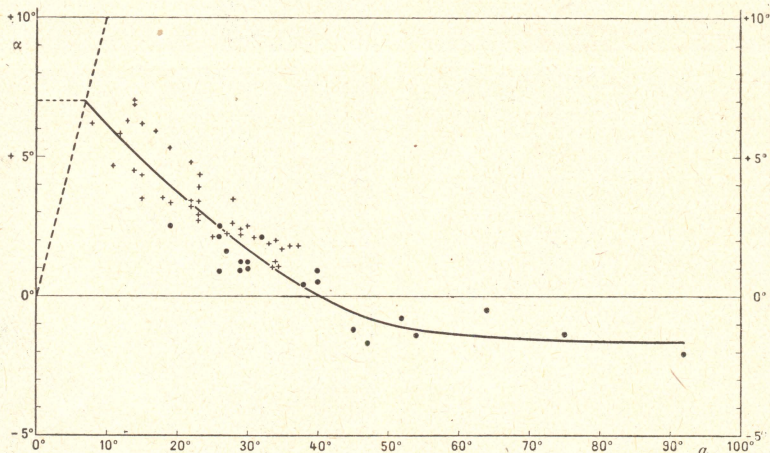


Fig. 29. — Variation de l'angle déficient α avec l'élongation a de la Lune. Les estimations sont représentées par des croix et les mesures micrométriques ou photographiques par des points.

par les auteurs). Ces tableaux renferment la date de l'observation ; la distance apparente a de la Lune au Soleil ; l'amplitude totale 2ω du croissant ; l'arc déficient conclu α ; enfin des remarques sur la visibilité de la lumière cendrée (L. C.).

J'ai cru inutile d'ajouter à ces renseignements l'âge de la Lune qui n'offre aucun intérêt, quoique la plupart des observateurs en tiennent grand compte. Les phénomènes que nous étudions ici dépendent de la distance angulaire de la Lune au Soleil, ou, si l'on préfère, de son supplément, qui est la phase de la Lune. Or, cet angle ne croît pas proportionnellement à l'âge de la Lune, l'écart étant surtout sensible au voisinage de la nouvelle et de la pleine Lune. Ainsi, la Lune âgée de 12 heures se trouvait à $89,5$ du Soleil le 4 avril 1935, et à $59,8$ seulement le 1^{er} juillet suivant. Dans le premier cas, le disque de la Lune était déjà bordé d'un filet brillant, mince et court, du côté tourné vers le Soleil ; dans l'autre cas, au contraire, le croissant n'était pas encore formé. Il a dû faire son apparition 6 heures après la nouvelle Lune d'avril, 15 heures après

celle de juillet. Il n'est donc pas exagéré de dire que la visibilité de la jeune ou de la vieille Lune ne dépend pas directement de son âge. Si j'insiste, c'est que beaucoup d'observateurs croient avoir assez fait en calculant l'âge de la Lune, et se dispensent du laborieux calcul de la phase vraie (laquelle se déduit de la différence des longitudes de la Lune et du Soleil, de la latitude de la Lune et de la parallaxe diurne). Cette remarque s'applique à toutes les observations physiques de la Lune.

La figure 29 rassemble les observations publiées dans cet article (à l'exception de celles qui figurent entre parenthèses) et celles que j'avais déjà réduites en 1932 ; la distance Lune-Soleil est portée en abscisses, et l'arc déficient en ordonnées. Le graphique offre une assez grande dispersion. Expliquons en

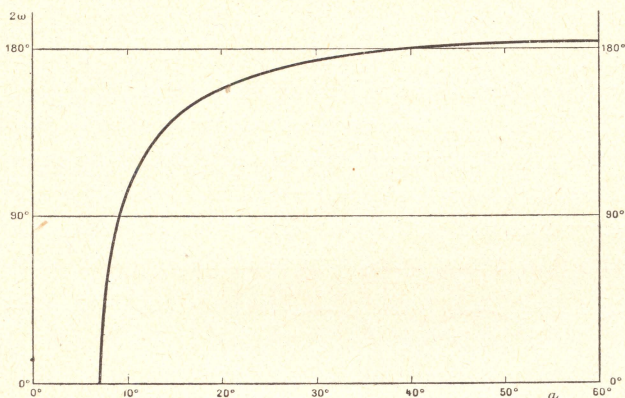


Fig. 30. — Variation de la longueur 2ω du croissant lunaire avec l'élongation α de la Lune.

quelques mots pourquoi. Les diverses lunaisons ne sont pas identiques entre elles quant à la libration, à la position sélénographique du Soleil, etc. Tel sommet, visible au cours d'une lunaison comme un point brillant, peut être dans l'ombre à la suivante. Si l'on pouvait construire la courbe de l'arc déficient pour une lunaison déterminée, elle offrirait des discontinuités correspondant à l'extinction des divers points lumineux détachés du croissant : on obtiendrait une courbe en escalier. La disposition des marches changerait d'une lunaison à l'autre. Donc, abstraction faite des erreurs d'observation qui sont importantes, on ne peut obtenir qu'un diagramme diffus, comme celui de la figure 29, lorsque les observations couvrent un long intervalle de temps. La nature du phénomène étant ce qu'elle est, nous ne pouvons connaître que son allure *moyenne*. La courbe tracée sur la figure en donne une idée suffisante.

Lorsque la Lune est à 7° du Soleil, l'arc déficient est également de 7° . Autrement dit, le croissant tout entier est compris dans la région invisible, il disparaît totalement pour l'observateur terrestre. Voici quelques points relevés sur la courbe, ainsi que la longueur totale 2ω du croissant qu'on peut en déduire. La figure 30 représente la variation de ce dernier angle.

Distance au Soleil	Arc déficient	Long. du croissant
$a = 7^{\circ}$	$\alpha = 7^{\circ},0$	$2\omega = 0^{\circ}$
8	6,7	66
9	6,4	88
10	6,1	104
15	4,8	142
20	3,7	158
25	2,7	167
30	1,7	173,2
35	0,7	177,6
40	0,0	180,0
50	— 1,0	182,6
60	— 1,3	183,0
90	— 1,8	183,6

La figure 31 rend plus intuitive la signification de ces données.

* * *

On peut se demander si des effets connexes de celui qui vient d'être étudié se produisent au voisinage de la pleine Lune. Lorsque la phase n'est que d'une dizaine de degrés, un observateur attentif peut encore discerner à l'œil nu celui des deux bords qui en est affecté. A la lunette, on voit le long de ce bord des ombres propres et des ombres portées, qui forment des dentelures. Ces ombres s'atténuent à mesure qu'on s'approche de la pleine Lune. Comme la

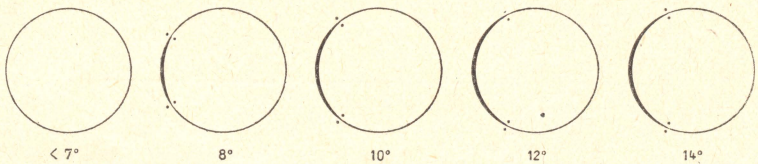


Fig. 31. — Le croissant lunaire à diverses distances du Soleil. Les cornes du croissant sont marquées par des points.

Lune passe le plus souvent à quelques degrés au Nord ou au Sud de l'antisoleil, on voit la phase tourner autour du disque, au moment de l'opposition, et passer de l'Est à l'Ouest par le Sud ou par le Nord.

J'ai cherché, avec M. Rougier, s'il existait une distance limite de la Lune à l'antisoleil (phase vraie) pour laquelle l'effet de phase s'évanouisse complètement. Les conditions d'observation les plus favorables sont celles qui précèdent ou suivent immédiatement une éclipse de Lune. Le résultat de nos observations est négatif : l'effet de phase est nettement perceptible, dans un grand instrument, alors que le bord lunaire est encore plongé dans la pénombre. C'est ce que nous avons constaté au cours de 4 éclipses, et notamment le 19 janvier 1935.

* * *

Le croissant de Vénus se comporte d'une manière toute différente de celui de la Lune. A l'approche de la conjonction inférieure, il est fin et brillant, et il s'étend sur plus d'une demi-circonférence.

Cette observation démontre l'existence d'un arc crépusculaire, dû à la diffusion de la lumière solaire par l'atmosphère de Vénus. Lorsque la latitude de la planète est suffisamment faible au moment de sa conjonction inférieure, les deux cornes se rejoignent et le croissant forme alors un anneau brillant complet.

La planète Mercure se comporte-t-elle comme Vénus ou bien comme la Lune? Il serait intéressant de le savoir, mais les observations ne nous donnent actuellement sur ce point aucun renseignement utile. L'albedo de Mercure est faible, et l'on voit mal, en plein jour, les cornes de son croissant, ainsi que la partie de son disque qui longe le terminateur. C'est ce qui fait dire que sa phase est toujours plus prononcée que ne l'indique le calcul, et que ses cornes sont émoussées. Des observations de Mercure entreprises au cours d'une éclipse de Soleil fourniraient peut-être des indications plus sûres.

A. DANJON,

Doyen de la Faculté des Sciences de Strasbourg,
Directeur de l'Observatoire.

SUR LA CONSTRUCTION CELLULAIRE DES MIROIRS DE TÉLESCOPES (1)

1. Remplacer le disque cylindrique massif qui constitue ordinairement un miroir de télescope par un solide présentant à poids égal une rigidité plus grande, cette idée est loin d'être nouvelle (Lord Rosse, 1840). G. W. Ritchey est parvenu, en 1925, à appliquer une lame de verre (diamètre, 75 centimètres ; épaisseur 1^{cm},3) sur un système de nervures formant un réseau à maille carrée de 9^{cm},1 de côté (2). A la même époque, j'ai construit deux miroirs plans en fonte, de 20 centimètres de diamètre, constitués par une plaque renforcée de nervures venues à la coulée, formant un réseau de triangles équilatéraux ; (le métal est recouvert d'une mince couche d'émail dont la face extérieure a reçu le polissage optique). Des expériences analogues étant en cours d'exécution ou en projet, je dois décrire les observations que j'ai pu faire de certaines propriétés optiques résultant de tels modes de construction.

2. Je laisse ici de côté la flexion d'ensemble du système de nervures qui ne m'a pas paru offrir de particularités inattendues, pour considérer seulement les déformations de l'élément de la surface optique qui correspond à une maille du réseau. Dans le cas du miroir de verre précité, supposé placé horizontalement, on calcule que la flèche de flexion au centre de chaque carré est voisine de $2m\mu$. Telle est aussi la valeur approximative de la déformation supplémentaire due à la pression uniforme de l'outil de polissage. L'élément de longueur d'une nervure compris entre deux nœuds du réseau n'éprouve que des déformations d'un ordre de grandeur bien inférieur. Donc, si la flexion

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 201, p. 595, séance du 7 octobre 1935.

(2) G. W. RITCHEY, Nouveau mode de construction des grands miroirs de télescopes. *L'Astronomie*, 40 (1926), p. 57.