

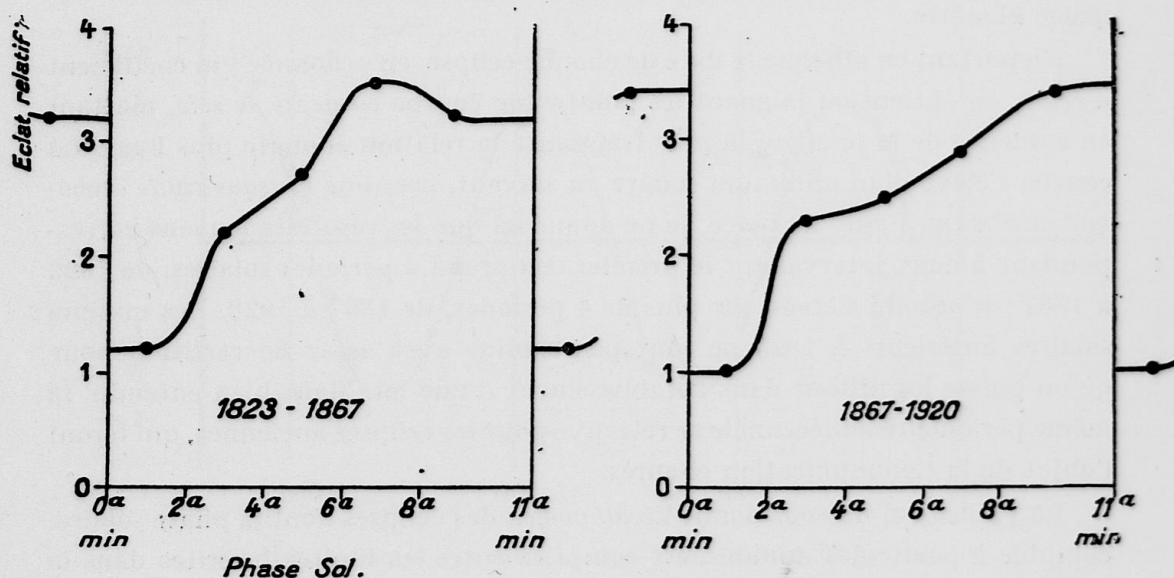
RELATION ENTRE L'ÉCLAIREMENT DE LA LUNE ÉCLIPSÉE ET L'ACTIVITÉ SOLAIRE

Dès l'antiquité, on a remarqué que la Lune restait faiblement visible dans son passage à travers l'ombre géométrique de la Terre. On sait, depuis Képler, que la lumière qui l'éclaire alors s'est réfractée dans l'atmosphère terrestre.

Je me propose de montrer dans la présente Note l'existence d'une relation entre la luminosité de la Lune éclipsee et la phase de l'activité solaire au moment de l'éclipse. Cette relation s'énonce ainsi :

1° Dans les deux années qui suivent un minimum d'activité solaire, l'ombre de la Terre est très sombre, grise ou peu colorée ;

2° Ensuite, à mesure que l'on s'éloigne du minimum, la Lune reste, au



Intervalle 1823-1867.

Intervalle 1867-1920.

Fig. 147. — Courbes moyennes de luminosité des éclipses de Lune en fonction de la phase d'activité solaire.

cours des éclipses, de plus en plus éclairée, et sa coloration est de plus en plus rouge. Dans les trois ou quatre années qui précèdent le minimum suivant, la Lune éclipsee se montre très fortement éclairée, en rouge cuivre ou orange.

Le passage par un maximum d'activité solaire n'est signalé par aucune particularité. Au contraire, le passage par un minimum est signalé, dans la suite des éclipses de Lune, par une diminution considérable et brusque de luminosité, ayant le caractère d'une discontinuité.

Pour établir cette loi, j'ai dû, en l'absence de toute mesure photométrique, établir une échelle arbitraire de luminosité, chaque éclipse recevant un coefficient d'éclat relatif, d'après la description laissée par les observateurs. Je n'insiste pas ici sur les difficultés, parfois insurmontables, rencontrés dans l'interprétation des textes; après une étude critique approfondie, j'ai formé un catalogue d'environ 150 éclipses dont la description physique précise a été conservée, et dont les plus anciennes remontent à Tycho Brahé.

Voici la signification des coefficients d'éclat, allant de 0 à 4, et constituant l'échelle de luminosité :

- 0. —** Eclipse très sombre. Lune à peu près invisible, surtout au milieu de la totalité.
- 1. —** Eclipse sombre, grise ou brunâtre ; détails lunaires difficiles à discerner.
- 2. —** Eclipse rouge sombre ou roussâtre, avec, le plus souvent, une tache très sombre au centre de l'ombre ; zone extérieure assez claire.
- 3. —** Eclipse rouge brique, ombre souvent bordée d'une zone grise ou jaune assez claire.
- 4. —** Eclipse rouge cuivre ou orange, très claire ; zone extérieure très lumineuse bleuâtre.

En portant en abscisse la date de chaque éclipse, en ordonnée son coefficient d'éclat, on obtient en joignant les points une courbe *en dents de scie*, mettant en évidence de la manière la plus frappante la relation énoncée plus haut. La courbe s'élève d'un minimum solaire au suivant, avec une brusque chute à chaque minimum. Faute de place, je ne donne ici que les résultats moyens correspondant à deux intervalles : le premier comprend 4 périodes solaires, de 1823 à 1867 ; le second s'étend sur plus de 4 périodes, de 1867 à 1920. Les minima solaires antérieurs à 1823 ne sont pas connus avec assez de certitude pour qu'on puisse les utiliser dans l'établissement d'une loi. Mais, bien entendu, la même périodicité undécennale se retrouve pour les éclipses anciennes, qui feront l'objet de la Communication ci-après.

Le Tableau ci-dessous donne l'éclat moyen des éclipses dont la phase solaire, comptée à partir des minima, est comprise entre les limites inscrites dans la première ligne. La ligne *n* donne le nombre des éclipses entrant dans chaque moyenne. On remarquera l'identité d'allure des courbes relatives aux deux intervalles, ce qui écarte toute idée d'une rencontre fortuite (fig. 147).

		PHASE SOLAIRE				
		0-2 ans	2-4 ans	4-6 ans	6-8 ans	8-11 ans
1823 à 1867.	{ Eclat moyen	1,2	2,2	2,7	3,5	3,2
	{ <i>n</i>	5	5	6	4	11
1867 à 1920.	{ Eclat moyen	1,0	2,3	2,5	2,9	3,4
	{ <i>n</i>	8	9	6	4	12
Moyenne générale		1,1	2,2	2,6	3,2	3,3

Le nombre total des éclipses utilisées est de 70. Trois éclipses ont été exceptées des moyennes, celles des 4 octobre 1884, 30 mars et 24 septembre 1885, d'éclats relatifs 0 ou 1. D'après la phase solaire correspondante, ces éclipses auraient dû être claires. Or, elles ont été sombres, et leur caractère anormal est encore accusé par ce fait qu'elles ont été précédées, dans la même période solaire, d'éclipses notablement plus lumineuses. Cette opacité singulière du

cône d'ombre avait été remarquée à l'époque, et rapprochée des lueurs crépusculaires consécutives à l'éruption du *Krakatoa*. L'importance de cette remarque apparaîtra lorsque j'aborderai l'interprétation de la loi de luminosité que j'énonce dans la présente Communication⁽¹⁾.

* * *

Nouvelle détermination de la période solaire basée sur la loi d'éclairement des éclipses de Lune

Dans la note précédente, j'ai énoncé une relation entre l'éclairement de la Lune éclipse et l'activité solaire. Je me propose maintenant de faire connaître

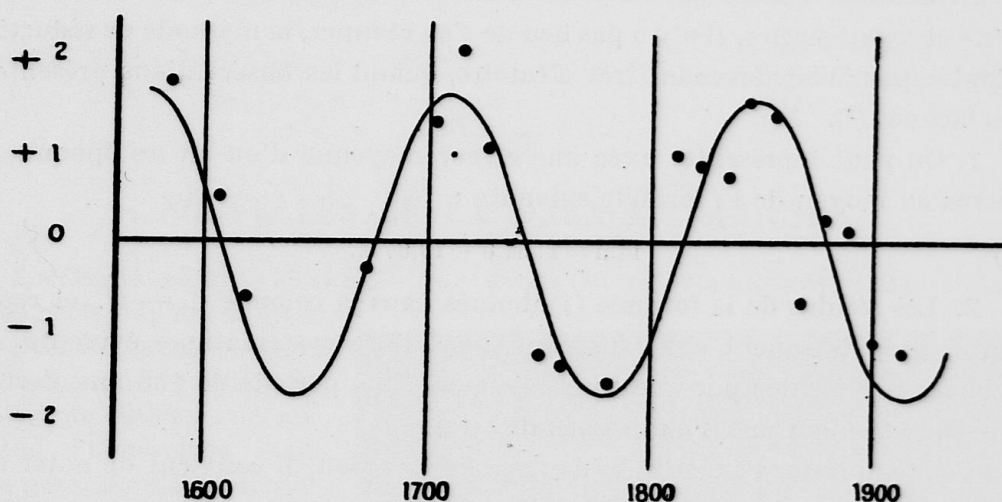


Fig. 148. — Graphique mettant en évidence l'inégalité périodique de la période solaire undécennale.

En ordonnée sont portés les résidus calcul — observation de la formule (1), à l'échelle de 1 centimètre par année. Les points situés au-dessus de l'axe des abscisses représentent une avance du minimum solaire sur sa date moyenne, et inversement.

les résultats que j'ai obtenus en appliquant cette loi à la recherche des minima solaires antérieurs à 1823.

Ce n'est que depuis un siècle que les fluctuations des taches solaires sont régulièrement notées. Les observations plus anciennes sont très insuffisantes, et les minima que Wolf en a tirés, après une laborieuse discussion, sont très incertains. Plusieurs savants ont même mis en doute l'existence d'une période solaire, proprement dite, en raison de la distribution irrégulière des époques publiées par Wolf.

J'ai entrepris la détermination des minima en m'appuyant sur les observations d'éclipses de Lune. J'ai pu tracer avec précision certaines parties de la courbe d'éclat des éclipses, dont les chutes brusques m'ont fourni, à un an

⁽¹⁾ *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, t. 171, p. 1127, séance du 6 décembre 1920.

près, les dates suivantes (y compris celles de la période moderne, redéterminées sur la courbe) :

Minima	C. — O.	E.	Minima	C. — O.	E.
1583.....	+1,8	0	1812.....	+1,1	21
1606.....	+0,5	2	1823.....	+0,9	22
1618.....	—0,6	3	1834.....	+0,8	23
1672.....	—0,2	7	1844.....	+1,7	24
1703.....	+1,4	11	1855 ().....	+1,5	25
1713.....	+2,2	12	1868.....	—0,6	26
1725.....	+1,1	13	1878.....	+0,3	27
1737.....	0,0	14	1889.....	+0,2	28
1749.....	—1,2	15	1901.....	—1,0	29
1760.....	—1,3	16	1912.....	—1,1	30
1782.....	—1,5	18			

Le désaccord entre ces dates et celles de Wolf atteint parfois 5 ans, aux XVII^e et XVIII^e siècles. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, la méthode de réduction adoptée par Wolf devenant très aléatoire, quand les observations présentent des lacunes ⁽²⁾.

1. On peut représenter avec une erreur moyenne d'un an les époques ci-dessus au moyen de la formule suivante :

$$(1) \quad \text{min} = 1584,8 + 10,87 E.$$

2. Les résidus de la formule (1) donnés dans la colonne C. — O., et représentés graphiquement ci-dessus, ont une allure systématique évidente. On peut les représenter par une sinusoïde ayant une période de 136 ans, l'erreur moyenne tombant alors en dessous de 0^{an},4.

Pour apprécier l'exactitude de la représentation, il convient de noter que les époques sont déterminées à un an près ⁽³⁾. Le terme périodique à ajouter au second membre de l'équation (1) a pour valeur

$$\Delta = 1^{\text{an}},7 \sin 2\pi \frac{t-1608}{136},$$

où t est la date du minimum moyen calculée par la formule (1).

En d'autres termes, la période solaire est égale en moyenne à

$$P = 10^{\text{ans}},87$$

à $\frac{3}{100}$ ou $\frac{4}{100}$ d'année près, entre 1583 et 1912. Elle est soumise à une inégalité périodique, ayant une période de 136 ans, qui peut avancer ou reculer

(¹) Une erreur de transcription a fait imprimer dans les *Comptes Rendus* la date 1856 au lieu de 1855. Cette erreur matérielle n'entache ni les calculs ni les résultats annoncés (A. D.).

(²) En particulier, Wolf place un minimum en 1611, tandis que, d'après mon Tableau, c'est un maximum qui a dû se produire. Malgré l'invention toute récente des lunettes, il est peu probable que les taches aient été découvertes dans une année de minimum.

(³) L'alignement des points du graphique sur des droites inclinées tient uniquement à ce que les dates observées sont exprimées en années rondes.

Le minimum de 1868 s'écarte plus que les autres de la courbe. L'anomalie disparaît si l'on adopte l'époque admise habituellement, 1867,2. Mais il s'est produit une éclipse claire le 13 septembre 1867, ce qui ne me permet pas de placer le minimum avant cette date.

de $1^{\text{an}},7$ les minima réels par rapport à leurs dates moyennes. De ce fait, l'intervalle entre les deux minima consécutifs varie de $10^{\text{ans}},0$ à $11^{\text{ans}},8$. La première de ces valeurs a été atteinte aux environs de 1670 et de 1815, la seconde, aux environs de 1610, de 1740 et de 1880.

La découverte de descriptions d'éclipses de Lune antérieures à Tycho Brahé permettrait de préciser encore la période undécennale et la grande période de 136 ans. Quant à présent, je n'ai pu retrouver que des observations isolées, par suite inutilisables.

Il reste encore des lacunes à combler, entre 1583 et 1812.

La formule (1) corrigée du terme Δ donne pour le prochain minimum la date 1923,4. D'ici-là, les éclipses de Lune seront très claires (comme celle du 2 mai dernier) ; ensuite, jusqu'en 1926, elles seront grises et sombres (¹).

A. DANJON,
Observatoire de Strasbourg.

NOUVELLES DE LA SCIENCE, VARIÉTÉS

La Comète Reid (1921 a). — Nous avons fait un certain nombre d'observations et de photographies de cette comète. Fin avril et commencement de mai, elle était juste visible à l'œil nu, quand l'atmosphère était très pure. Dans l'équatorial de $0^{\text{m}},24$, armé d'un faible grossissement, elle présentait l'aspect d'une nébulosité brillante, ronde, avec une condensation centrale ou noyau. Vers l'angle de position 215° , on apercevait une très faible queue, vague et assez large, mais courte.

Sur une des meilleures photographies obtenues, celle du 29 avril 1921, de $21^{\text{h}}55^{\text{m}}$ à $22^{\text{h}}37^{\text{m}}$, que nous présentons ici (fig. 149), on remarque, en plus de la queue très vague et courte vue à la lunette, une autre queue plus longue et très fine, vers l'angle de position 260° . Sur le cliché, on la suit bien sur une longueur de $1^{\circ}\frac{1}{2}$.

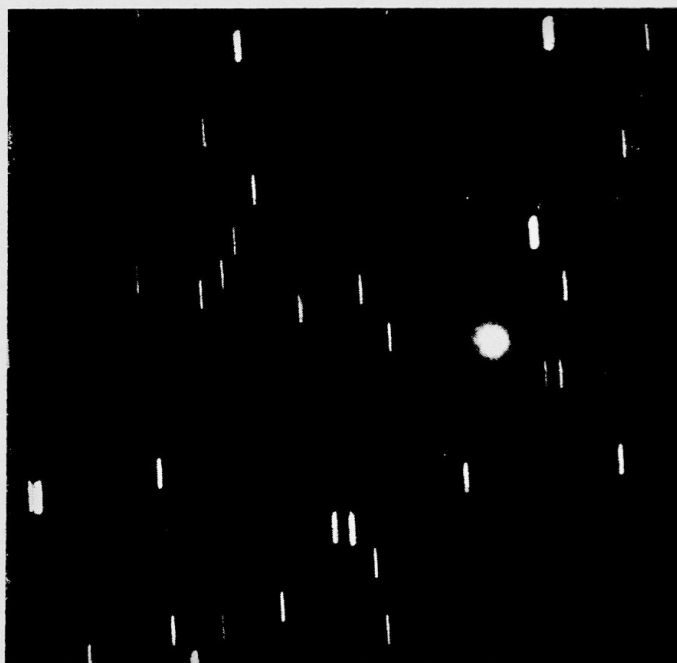


Fig. 149. — Photographie de la comète Reid (1921 a), obtenue le 29 avril 1921, de $21^{\text{h}}55^{\text{m}}$ à $22^{\text{h}}37^{\text{m}}$, à l'Observatoire Flammarion, de Juvisy, par M. F. QUÉNISSET.

F. QUÉNISSET,
Observatoire Flammarion, Juvisy.

(¹) *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences, t. 171, p. 1207, séance du 13 décembre 1920.