

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** - (1947)  
**Heft:** 15

## Heft

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 24.05.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# ORION



**Mitteilungen der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**  
**Bulletin de la Société Astronomique de Suisse**

Erscheint vierteljährlich — Paraît tous les trois mois

**Genève, Avril 1947**

**No. 15**

# ORION

Mitteilungen der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
*Bulletin de la Société Astronomique de Suisse*

GENEVE

AVRIL 1947

N° 15

REDACTION: Dr. M. Du Martheray, 9 rue Ami-Lullin, Genève  
Rob. A. Naef, Scheideggstr. 126, Zürich 2 (deutscher Text)

COMMISSION DE REDACTION:

Président: Dr. P. Javet, Mousquines 2, Lausanne  
Membres: M. Marguerat, prof., 123, Ch. du Levant, Lausanne  
Ed. Bazzi, Ing., Friedeckweg 22, Bern  
Dr. E. Herzog, Erlenstrasse 64, Riehen-Basel  
F. Egger, Centralstr. 105, Neuhausen a. Rh. (Schaffh.)

Alle Zuschriften, den Text der Zeitschrift betreffend, sind an eines der oben erwähnten Mitglieder der Redaktionskommission zu senden.

Separatabzüge nur auf Wunsch und zum Selbstkostenpreis.

*Prière d'adresser tous les articles pour le Bulletin et les questions rédactionnelles à l'un des membres de la commission de Rédaction.*

*Tirages spéciaux à part sur demande, au prix de revient.*

SECRETARIAT: Dr. M. Du Martheray, Genève, Rue Ami Lullin 9  
Zuständig für alle administrativen Fragen. *Pour toutes les questions administratives.*

Postcheckkonto: Bern III 4604.

Der Mitgliederbeitrag für Einzelmitglieder beträgt Fr. 8.— pro Jahr inklusiv Abonnement der Mitteilungen.

*La cotisation pour membres isolés est de frs. 8.— par an, abonnement du bulletin inclus.*

## INHALTSVERZEICHNIS — SOMMAIRE:

### Aufsätze — Articles:

|                                                                                                                       |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Egger Fritz: Was liegt zwischen den Sternen? .. .                                                                     | 305              |
| Schmid F.: Das Erdlicht und seine Beziehungen zum Zodiakallicht,<br>zum Gegenschein und zur Lichtbrücke, I. Teil .. . | 310              |
| v. Fellenberg R.: Das „Helioskop“ von Sir John Herschel .. .                                                          | 314              |
| Soutter Charles: Les cornes de la lune ou l'écliptique et l'horizon                                                   | 315              |
| Marguerat M.: A propos du centenaire de Neptune .. .                                                                  | 323              |
| Naef R. A.: Kleine astronomische Chronik .. .                                                                         | 330              |
| Du Martheray M.: La page de l'observateur .. .                                                                        | 330              |
| Gesellschaftschronik — Chronique des Sociétés .. .                                                                    | 333              |
| Mitteilungen — Communications .. .                                                                                    | 3. Umschlagseite |

## Was liegt zwischen den Sternen?

Von FRITZ EGGER, Neuhausen a. Rh.

Stellen wir uns die gegenseitigen Abstände der Fixsterne im Verhältnis zu ihren Durchmessern modellmässig dar, so müssten wir zum Beispiel je eine kirschengrosse Sonne in jede europäische Hauptstadt verteilen. Dieses Modell führt uns die schauerliche Leere des Weltraumes deutlich vor Augen, und bis vor ungefähr 50 Jahren dachte niemand ernsthaft daran, die astronomische Forschung auch auf den Raum *ausserhalb* der Sterne auszudehnen. Wohl wies schon 1782 William Herschel auf die Möglichkeit hin, dass das Sternlicht durch ein im Raum verteiltes „duftiges“ Medium verfärbt, geschwächt oder gar ausgelöscht werden könnte. Auch sein Zeitgenosse Messier glaubte, dass das zarte flächenhafte Leuchten verschiedener Stellen der Milchstrasse auf Materie zwischen den Sternen zurückzuführen sei. Die Ideen dieser Pioniere wurden aber von den damaligen Astronomen nicht aufgenommen. Erst hundert Jahre später, nachdem inzwischen Spektralanalyse und Photographie eingeführt worden waren, trat die Erforschung des interstellaren Raumes in ein neues Stadium.

Es war einem ehemaligen Liebhaber-Astronomen und Photographen vorbehalten, zwischen den Sternen eine ganz neue Welt zu entdecken: Edward Emerson Barnard (1857—1923) photographierte mit einer antiquarisch erstandenen Willard-Portraitlinse die Milchstrasse (1889). Die später (1911) von der Lick-Sternwarte (Mount Hamilton, Californien) veröffentlichten Aufnahmen gestatteten den Astronomen, ganz neue Ansichten über den Aufbau der Sternsysteme zu gewinnen. Zu fast der gleichen Zeit wie Barnard — der als bester Himmelsbeobachter seiner Generation gilt — stellte in Heidelberg auch Max Wolf mit einem Tessar-Objektiv Milchstrassenbilder her, die den Barnard'schen nicht nachstanden.

Plötzlich rückte der Inhalt eines bis dahin als ganz leer angenommenen Raumes in den Mittelpunkt der astronomischen Forschung; mit Hilfe grosszügiger Stiftungen konnten bessere Instrumente gebaut werden, so z. B. die Bruce-Teleskope, die grossen Reflektoren auf Mount Wilson, der Crosley-Reflektor und andere, die alle für die Untersuchung der interstellaren Materie eingesetzt wurden.

Die Milchstrassenaufnahmen zeigen vor allem eine Unmenge heller Nebelflecken; die einen scheinen sich verwaschen unter den Sternen zu verlieren oder breiten sich gleich zarten

Cirrus-Schleiern über weite Himmelsstriche aus, andere zeigen messerscharfe Kanten oder scheinbar herausgestanzte, völlig schwarze Löcher, wieder andere gleichen eher wilden, windzerzausten Gewitterwolken, durch welche die Sonne bricht. Dann wurden viele Stellen inmitten der Sternheere der Milchstrasse gefunden, wo nicht ein einziger Stern zu sehen ist, während dicht daneben die Sternpunkte zusammenzufließen scheinen. Diese Dunkelwolken („Kohlensäcke“) wurden bald als eine wesentliche Eigenart der Milchstrasse erkannt und auch bei extragalaktischen Sternsystemen (z. B. Spindelnebeln) beobachtet. Ueber ihre Natur aber waren sich die Fachleute lange im Unklaren. So merkwürdig das heute klingt, glaubte doch die Mehrzahl der Forscher an wirkliche Sternleeren, an „Löcher“ im Himmel, durch die man weit ins Nichts des Weltalls hinaussehen könne.

Erst als mit Hilfe der grossen, lichtstarken Instrumente die Natur der leuchtenden Nebelflecken aufgeklärt werden konnte, ergab sich auch für die Dunkelwolken eine befriedigende Deutung. Man fand, dass die Spektren der hellen Nebel im wesentlichen getreue Abbilder der Spektren der in ihnen liegenden Sterne sind. Aus der Intensitätsverteilung in der Strahlung dieser Himmelskörper konnte mit Sicherheit geschlossen werden, dass die so formenreichen Wolken fast ausschliesslich aus Staub bestehen, der das Licht der in ihnen eingebetteten Sterne streut oder reflektiert; diese Gebilde werden daher auch als Reflexionsnebel bezeichnet. Es ist klar, dass diese Staubwolken unsichtbar bleiben, wenn sie nicht durch einen hellen Stern beleuchtet werden; sie machen sich aber dadurch bemerkbar, dass sie das von den dahinterliegenden Sternen zu uns kommende Licht abschwächen oder gar ganz auslöschen. Damit ist schon eine befriedigende Erklärung für das Auftreten der Sternleeren gefunden. Durch Staffelung verschiedener solcher Staubmassen ergeben sich Wirkungen ähnlich Theaterkulissen (wie z. B. in der Nähe von Zeta Orionis, Abb. Seite 307). Auch die scharfen Ränder lassen sich so verstehen. Der grösste Teil der abwechslungsreichen Struktur des Milchstrassenbandes ist auf den Wechsel von dunkeln und hellen Nebeln zurückzuführen, mehr als auf reelle Schwankungen in der Sterndichte.

Schon früh wurden in den Spektren heller Nebel (so z. B. des grossen Orionnebels, des Nordamerikanebels und anderer) Emissionslinien festgestellt, die nicht mit denjenigen des beleuchtenden Sterns übereinstimmten und die nur in Gasen ihren Ursprung haben können, welche sich im interstellaren Raum befinden. Es zeigte sich, dass fast alle oben als Staubwolken bezeichneten Nebel Gase enthalten, deren Atome durch die Bestrahlung mit kurzwelligem Sternlicht zum Selbstleuchten angeregt werden. Allerdings tritt dieses Selbstleuchten nur dann deutlich in Erscheinung, wenn die erregende Strahlung von einem Stern emittiert wird, dessen Temperatur höher als ca.  $20\,000^{\circ}$  ist. Es besteht also kein grundsätzlicher Unterschied zwischen Reflexionsnebeln (mit kontinuierlichem Spektrum) und Emissionsnebeln (mit Linienspektrum).

Ausser in diesen grossen, einen Raum von Hunderten von Kubiklichtjahren ausfüllenden Wolken findet sich interstellare Materie auch auf verhältnismässig kleinem Raum zusammengeballt vor. Diese sogenannten planetarischen Nebel sind aus Sternen hervorgegangen, die einen Teil ihrer Hülle oder Atmosphäre aus irgend einem Grunde von sich gestossen haben; vermutlich steht das Aufgeblasenwerden dieser Sterne in engem Zusammenhang mit dem Auftreten von Neuen Sternen oder sogar Supernovae (für den sog. Krebsnebel im Stier ist der Zusammen-



Helle und dunkle Nebel in der Umgebung des linken Gürtelsternes des Orion ( $\zeta$  Orionis). An einem undurchsichtigen Vorhang vorbei blickt man in das im Hintergrund hell beleuchtete Nebelmeer.

hang mit einer in China und Japan im Jahre 1054 beobachteten Supernovae nachgewiesen, die damals am hellichten Tag gesehen wurde). Die planetarischen Nebel (wie z. B. der Ringnebel in der Leier, der Eulennebel im Grossen Bären etc.) zeigen in der Regel ein ausgeprägtes Emissionsspektrum, bestehen also zum grössten Teil aus Gasen. Verschiedene dieser Nebelhüllen befinden sich auch heute noch in Ausdehnung; es wurden Geschwindigkeiten bis zu 1000 km/sec festgestellt.

So steht heute fest, dass der Raum zwischen den Sternen gar nicht sehr leer ist, sondern verschiedene Stoffe enthält, die zu den mannigfaltigsten Erscheinungen Anlass geben. Der so bizarre grosse Orion-Nebel ist zum Beispiel eine riesige Wolke, bestehend aus

kosmischem Staub (Korngrösse ca.  $\frac{1}{10000}$  bis  $\frac{1}{100}$  mm; aus was für Material diese Partikel bestehen, ist noch nicht genau bekannt) und Gasen (Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in einer der uns umgebenden Luft ähnlichen Mischung), in der ungeheuren Verdünnung von nur wenigen Atomen oder Molekülen pro  $\text{cm}^3$ ; ein Gramm dieser Nebelmaterie verteilt sich auf das Volumen eines Würfels von ca. 100 km Kantenlänge! Dass auch grössere Materiebrocken (mit Gewichten vom Kilogramm bis zur Tonne) im Welt-raum vorhanden sind, ist anzunehmen, denn Musterexemplare davon fallen ja gelegentlich als Meteoriten auf unsere Erde. — Die Orion-Wolke befindet sich in einer Entfernung von etwa 2000 Lichtjahren und hat einen Durchmesser von rund 100 Lichtjahren; sie ist eine der grössten dieser Art.

Auf die Zusammensetzung der interstellaren Materie kann aus dem Zustand des Sternlichtes geschlossen werden, das auf seiner Reise durch diese Hindernisse abgelenkt, geschwächt oder sonst verändert worden ist. Wie wissen wir aber, wie die Strahlung zusammengesetzt war, als sie frisch vom Stern emittiert wurde? Die Untersuchungen auf diesem Gebiet haben alle nur statistischen Charakter und die Resultate gelten nie für einen bestimmten Einzelfall, da wir im allgemeinen über den genauen Verlauf der Vorgänge auf den Sternen viel zu wenig wissen. Andererseits wird aber auch sofort klar, dass zur Beurteilung der wirklichen Zustände der Sterne in erster Linie bekannt sein muss, was mit dem Licht — das allein uns Aufschluss geben kann — im interstellaren Raum geschieht, damit wir seinen Ausgangszustand rekonstruieren können. Die Oeffnung dieses in sich geschlossenen Problemkreises ist noch nicht vollständig gelungen, und die endgültigen Ergebnisse sind noch gar nicht abzusehen.

Grossangelegte statistische Untersuchungen der letzten Jahrzehnte (sog. Sternzählungen) haben gezeigt, dass auch der Raum ausserhalb der bisher behandelten hellen und dunkeln Wolken von Materie erfüllt ist, welche Ursache einer allgemeinen interstellaren Absorption ist. Direkt äussert sich dieser Stoff nur durch einige schwache Absorptionslinien, die er dem ihn durchquerenden Licht aufprägt. Die Aufnahme dieser Spektrallinien, und noch mehr ihre Identifikation, stellen ganz gewaltige Leistungen der praktischen Astrophysik dar. Heute sind Linien der Elemente Calcium, Natrium, Titan, Kalium und Eisen bekannt. Einige mehr verwaschene Linien konnten als Reste von Molekül-Banden von CH (Methin) und CN (Cyan) gedeutet werden. Wasserstoff konnte bis jetzt nur in der Verbindung CH nachgewiesen werden, da sich die Strahlung der Wasserstoff-Atome unter den hier herrschenden Bedingungen ganz im ultravioletten Spektralbereich befindet, der durch den Ozonmantel um unsere Erde vollständig abgeschnitten wird. Dieser Staub und diese Gase scheinen ziemlich gleichmässig über den ganzen Milchstrassenraum verteilt zu sein, jedenfalls gleichen sich die Dichteschwankungen auf grosse Distanzen aus, sodass man heute sogar so weit geht, die Intensität der

interstellaren Absorptionslinien als Masstab für die Entfernung der Himmelskörper zu verwenden (z. B. der sehr heissen B-Sterne).

Die Atome der Gase sind zu einem grossen Anteil ionisiert, also elektrisch geladen, sodass auch auf das Vorhandensein von Elektronen geschlossen werden kann, umsomehr, als die Sterne dauernd Elektronen emittieren. Vielleicht tragen gerade diese geladenen Teilchen zur Dynamik des Weltalls bei und ist ein Teil der Rotverschiebung in der Strahlung der fernen Spiralnebel auf ihre Existenz zurückzuführen.

Die Astrophysiker neigen heute dazu, anzunehmen, dass sich im Raum zwischen den Sternen rund ebensoviel Materie befindet, wie in den Sternen selbst. Eine kleine Rechnung zeigt, dass die Dichte der interstellaren Materie in diesem Fall ca.  $10^{-24}$  g/cm<sup>3</sup> sein muss. Ein sehr gutes Vakuum, im irdischen Laboratorium hergestellt, enthält pro cm<sup>3</sup> noch Billionen von Atomen oder Molekülen; im interstellaren Raum befinden sich aber pro m<sup>3</sup> nur noch einige Tausende! Aus den Intensitäten der interstellaren Linien kann man beispielsweise schliessen, dass in einem Kubikmeter Weltraum durchschnittlich ein einziges Natrium-Atom enthalten ist!

Auf den ersten Blick scheint es, dass dieses „Fast Nichts“ im Weltraum kaum der Rede wert sei, und doch kommt eine gut feststellbare Wirkung auf das Licht zustande, weil der Weg durch diesen wirklich „duftigen“ Stoff nach Tausenden und Millionen von Lichtjahren gemessen wird. Pro Kiloparsec (ca. 3260 Lichtjahre) Weg wird das Sternlicht durch die allgemeine interstellare Absorption bis um beinahe eine Grössenklasse geschwächt. Die Entfernungsbestimmung auf Grund des Ausbreitungsgesetzes für die Strahlung ist deshalb in Frage gestellt. Es muss eine entsprechende Korrektur an der scheinbaren Helligkeit der Himmelskörper angebracht werden, erst dann kann sie mit der absoluten Helligkeit zusammen die richtige Entfernung ergeben. Die Helligkeit nimmt eben nicht mehr mit dem Quadrat der Entfernung ab, sondern rascher! Die Sterne stehen uns näher, als man vor dem Anbringen dieser Korrektur glaubte, unsere Milchstrasse schrumpft zusammen und reiht sich in ihrer Grösse schön unter ihre Schwestern. So konnte auch diese „Auszeichnung“ beseitigt werden, und unser Wohnplatz im Weltraum sticht nun durch gar nichts mehr aus dem Heer der andern Milchstrassensysteme hervor.

Trotzdem man nun auch zwischen den Sternen Materie entdeckt hat — die eine mindestens so wichtige Rolle spielt, wie die Sterne selbst —, ist der Weltraum immer noch entsetzlich leer, und die kleinste Unregelmässigkeit in der Verteilung der Materie fällt uns als Stern, Nebelfleck, als Sternhaufe oder als Spiralnebel auf und bietet in der trostlosen Weite des Universums eine kleine Abwechslung — unter Umständen sogar wird sie zum Wohnplatz für denkende Wesen.

# Das Erdlicht und seine Beziehungen zum Zodiakallicht, zum Gegenschein und zur Lichtbrücke

Von Dr. F. SCHMID, Oberhelfenswil

## I. T E I L

Anfangs dieses Jahrhunderts haben Abbot, Humphrey, Newcomb und Yntema auf das sogenannte Erdlicht hingewiesen. Unter dieser nicht ganz zutreffenden Bezeichnung versteht man die allgemeine Blaufärbung des mondlosen Nachthimmels nach Abzug des Sternenlichtes, im Gegensatz zum schwarzen Nachthimmel ausserhalb unserer Atmosphärenhülle. Die Intensität des Erdlichtes ist über dem Horizont am grössten und nimmt im allgemeinen gegen den Zenit zu ab.

Zur Erklärung dieses Lichtes dachte man an das beständige Bombardement der Meteore und Sternschnuppen, welche durch ihre Leuchteffekte zur Aufhellung des Himmels beitragen könnten. Auch eine konstante Nordlichterscheinung wurde erwogen. Beide Erklärungsversuche befriedigten nicht (Fehlen eines Parallelismus zum Sonnenfleckenzyklus). Der Verfasser vertrat in den Jahren 1914 und 1915 zum erstenmal die Ansicht, wonach das Erdlicht durch indirektes Sonnenlicht erzeugt werde, welches von der sonnenbelebten Atmosphäre von allen Seiten in die Schattenkegelluft hineingestrahlt wird<sup>1) 2)</sup>). Mit dieser Annahme erklärt sich die Konstanz des Lichtes und die Intensitätszunahme vom Zenit zum Horizont, da die Lichtquelle unter dem Horizont liegt. Gleichzeitig haben wir über dem Horizont die dichtesten Luftmassen und in der Blickrichtung den weitesten Luftweg. Allgemein kann gesagt werden, dass die Intensität des Erdlichtes abhängig ist von der Reinheit der Atmosphäre, der Trockenheit der Luft und der Grösse der Wasserdampfkügelchen in der Troposphäre. Auch die Höhe über dem Meeresniveau spielt eine Rolle. Wenn Wegener und Koch in Nordost-Grönland unter 76° 41' nördlicher Breite und einer Höhe von nur 62 m ü. M. zuweilen von einem schwarzen Himmel sprechen<sup>3)</sup>), so ist gewiss neben der relativen Trockenheit und grossen Reinheit der Luft auch die geringere Höhe unserer abgeplatteten Atmosphäre von Einfluss. In den Tropen habe ich ähnliche Verhältnisse nie vorgefunden. In unseren Breiten bringen nördliche und östliche Winde den hellsten, Föhnlage den in tiefstem Blau gesättigten Himmel. Dasselbe finden wir noch ausgeprägter in der hochalpinen Zone. Staubtrübungen bringen durch vermehrte Lichtstreuung auffallend helle Himmelsfarben.

Meine Erklärung über das Zustandekommen des Erdlichtes wurde 1923 durch die spektroskopischen Untersuchungen des Nachthimmels durch Jean Dufay erheblich gestützt, indem er die Linien G, H, K und L des Sonnenspektrums nachweisen konnte<sup>4)</sup>). Spätere Untersuchungen in Montpellier mit einem besonders lichtstarken Quarzspektrographen ergaben sogar 16 Absorptionslinien. Auch

Fath auf dem Lick-Observatorium hat im Zodiakallichtspektrum Sonnenlicht nachgewiesen<sup>5)</sup>. Noch weiter ist Slipher auf der Lowell-Sternwarte gekommen, der neben den Absorptionslinien des Sonnenspektrums auch noch einige schwache Emissionslinien gefunden hat, welche in verstärkter Masse während der Dämmerung auftraten. Dieser Nachweis ist besonders interessant, denn diese Spektren zeigen die Grundelemente der Zodiakallichtsphäre auf: staubartige und gasförmige Aggregate. Es muss der Schluss gezogen werden, dass neben dem Sauerstoff, der den Hauptanteil des Nordlichtspektrums liefert, auch noch andere gasförmige Materie durch die Sonnenstrahlung zu einem schwachen Nachleuchten angeregt wird, dessen Intensität im Laufe der Nacht wieder abnimmt (worauf auch die allgemein geringere Intensität des Ost- gegenüber dem Westzodiakallicht zurückzuführen sein dürfte). Schon im vorigen Jahrhundert haben Angström, Vogel und Wright das Nordlichtspektrum zuweilen am ganzen Himmel gefunden. Der Nachthimmel ist in diesen Zeiten oft wie mit einem sehr zarten Lichtschleier überzogen. Zu ähnlichen Erscheinungen führen auch die sog. Luminiszenzen, wobei grössere Flächen des Nachthimmels schwach aufleuchten. Dieses Leuchten ist wahrscheinlich auf kosmische Staubeinbrüche in unsere Atmosphäre zurückzuführen, was eine Verstärkung des gestreuten Sonnenlichtes bewirkt. Es sind aber auch Fälle bekannt, bei denen das Nordlichtspektrum und das Sonnenspektrum gleichzeitig auftreten, und ich teile mit Götz die Ansicht, dass eine scharfe Trennung nicht gemacht werden kann. Die grösste Luminiszenz beobachtete ich am 24. Dezember 1916 in Oberhelfenswil und eine fast so markante am 20. Januar 1933 in 13° südlicher Breite auf dem Stillen Ozean. Weniger bedeutende Fälle habe ich im Laufe der Jahrzehnte mehrmals verzeichnet. Aus alledem geht hervor, dass die Nachthelligkeit und das Erdlicht durch verschiedene Einflüsse verstärkt werden können.

Bei einer kugelförmigen Atmosphäre müsste das Erdlicht bei tiefstem Sonnenstande völlig symmetrisch gegen den Zenit abnehmen. Ist aber unsere Lufthülle abgeplattet und der atmosphärische Linsenaequator auf die Ekliptikebene orientiert, müssen sich im Beleuchtungseffekt entsprechende Asymmetrien ergeben<sup>6)</sup>. Fig. 1 veranschaulicht die Erde mit der Atmosphäre von der Polseite aus gesehen. Die gestrichelten Linien *s* zeigen, wie die Schattenkegel Luft durch indirektes Sonnenlicht beleuchtet wird. Beobachter bei *b* und *c* sehen im Westen bzw. Osten trotz der völligen Nacht in der Gegend von *Z* immer noch einen äusseren Teil der Atmosphärenlinse in direktem Sonnenlicht. Es ist dies der letzte und höchste Dämmerungsbogen, den wir **Zodiakallicht** nennen. Auf der Gegenseite des Zodiakallichtes ergibt sich, völlig im Erdschatten und sogar in Opposition zur Sonne, eine Kreuzungsstelle der indirekten Sonnenstrahlung, die wir als **Gegenschein** erkennen. Wir haben früher darauf hingewiesen, dass die hohen Atmosphärenschichten bei der täglich millionenfachen Zertrümmerung meteoritischer Substanzen keineswegs aus reinen Gasen

finden und begehen. Die auffallenden Sternverschiebungen im Zodiakallicht in verschiedenen Breiten der Erde, die ich nachgewiesen habe, und die von jedem unbefangenen, aber geübten Beobachter kontrolliert werden können, die perspektivischen Veränderungen der Pyramide in verschiedenen Breiten, die nächtliche Eigenbewegung des Zodiakallichtes in höheren Breiten und der enge Zusammenhang mit der Dämmerung schliessen die kosmische Herkunft des Zodiakallichtes gänzlich aus. (Eine beachtenswerte Arbeit hat



312

angenommen hat, werden wir ihn als Zodiakallicht ansprechen. Aus Fig. 1 geht hervor, dass die intensivste indirekte Sonnenstrahlung in der Ebene der Ekliptik liegen muss. Sie bildet die Grundlage zur Entstehung der Lichtbrücke, die in Opposition zur Sonne an der theoretisch schwächsten Stelle durch die Kreuzung der indirekten Strahlung von Ost und West eine Verstärkung erfährt. Es wurde schon behauptet, dass der Zodiakallichtscheitel überhaupt illusorisch sei, weil er sich ohne merklichen Uebergang in die Lichtbrücke verlängern kann. Diese Annahme ist nicht richtig. Der Zodiakallichtscheitel bildet die höchste Grenze des optisch wirkenden Atmosphärenteils, der noch vom direkten Sonnenlicht bestrahlt wird. Hier liegt eine Lichtstufe, die wir im gewöhnlichen Zodiakallicht immer als Scheitel erkennen; an diese schliesst sich das indirekte, eingebeugte und zerstreute Sonnenlicht an.

Alle diese zarten Flächenhelligkeiten des Gegenscheins und der Lichtbrücke, die sich völlig im Erdschatten befinden, haben die Zodiakallichtfrage bedeutend verwirrt. Um aus dem Erdschatten herauszukommen, verlegte man die Zodiakallichtsphäre bis an die Mars- oder Jupiterbahn — sogar bis in die Unendlichkeit! — In neuerer Zeit hat Sandig das Zodiakallicht photometrisch untersucht. Auf Grund seiner Ergebnisse bekämpft er das Zweiringssystem von Hoffmeister, der den äusseren Ring bis an die Jupiterbahn verlegt. Sandig kehrt zum linsenförmigen Einkörpersystem zurück, einer relativ kleinen solaren Staubwolke, die nicht weit über die Erdbahn hinaus reicht<sup>8)</sup>. Diese Annahme wurde schon früher versucht und wieder fallen gelassen, weil mit ihr Gegenschein und Lichtbrücke nicht genügend erklärt werden können. Sandig sucht einen Ausweg, indem er den Lagrange'schen Librationspunkt Sonne — Erde zu Hilfe zieht. Er nimmt im Gegenpunkt zur Sonne eine Staubverdichtung an (was übrigens schon Moulton vor mehr als 30 Jahren versuchte). Diese Ueberlegungen können physikalisch diskutabel sein; sie liessen sich auch auf die meteoritischen Reste in höchsten Atmosphärenschichten anwenden. Doch ist auch ohne diese Annahme der Gegenschein genügend erklärt. Wenn aber Sandig die Behauptung aufstellt, dass bei der Zodiakallichtforschung nur die photometrische Methode in Frage komme, so sei doch darauf hingewiesen, dass Hoffmeister, Sandig, Wolf, Brunner und Buser sie angewendet haben und dabei jeder zu anderen Schlüssen gekommen ist. Einen fast vollen Treffer machte allerdings Brunner, der den Ursprung des Zodiakallichtes in die Erdatmosphäre verlegte, die Lichtbrücke aber noch im Planetenraume suchte<sup>9)</sup>. Auch Wolf hat sich auf seine Ergebnisse nicht zu sehr versteift; denn bei meinem Besuch auf dem Observatorium Königsstuhl bei Heidelberg erklärte er bei unserer herzlichen Unterhaltung wörtlich: „Ich glaube nahezu ganz, dass Sie recht haben.“ (Schluss folgt.)

## LITERATUR

1. *F. Schmid*, Neue Beobachtungen über die Natur des Zodiakallichtes (preisgekrönt von der S.N.G. 1914).
2. *F. Schmid*, Nouvelles Observations sur la Lumière zodiacale. Archives des Sciences physiques et naturelles, Genève 1915.
3. *A. Wegener*, Beobachtungen der Dämmerungsbögen und des Zodiakallichtes in Grönland. Berichte Akad. Wiss. Wien, Math. Naturw. Klasse 2a.
4. *J. Dufay*, Le spectre du ciel nocturne. L'Astronomie, Sept. 1923.
5. *E. A. Fath*, Bulletin of the Lick Observatory, Nr. 165.
6. *F. Schmid*, Die Zodiakallichtmaterie, Orion, Jan. 1945.
7. *H. Meyer-Bührer*, Zum Zodiakallichtproblem. Denkschr. S. N. G., Abh. 4, 1936.
8. *J. U. Sandig*, Die räumliche Darstellung der Zodiakallichtmaterie. Astron. Nachr. 1941, Bd. 272.
9. *W. Brunner*, Beiträge zur Photometrie des Nachthimmels unter besonderer Berücksichtigung des Zodiakallichtes und der Dämmerungserscheinungen. Publ. d. Eidg. Sternwarte Zürich, Bd. 6, 1935.

---

## Das „Helioskop“ von Sir John Herschel

Von Dr. R. v. FELLEMBERG, Bern

Die Vorrichtung zur Betrachtung und Beobachtung der Sonne von Herrn Dr. Du Martheray in Nummer 13 des „Orion“ regt mich an, eine Erinnerung an eine scheinbar vergessene Anordnung von Sir John Herschel, dem Sohne des grossen Herschel von Bath, wachzurufen, die erlaubt, die Sonne längere Zeit ohne Blendung und ohne Gefahr des Zerspringens des Okulars oder des dunkeln Vorsatzglases zu beobachten.

Herschel beschreibt diesen Apparat in der Encyclopaedia Britannica; ein Sonderdruck aus dem Jahre 1861 liegt vor mir. Es ist ein kleiner Band betitelt: The Telescope; der Artikel 77 beschäftigt sich mit dem „Helioskop“, das im Jahre 1847 zuerst angegeben wurde.

Es handelt sich um ein Spiegelteleskop, dessen Glasspiegel keine versilberte Oberfläche hat, sondern nur die richtig parabolisch geschliffene Glasfläche. Die Hinterseite dieses Spiegels ist ebenfalls hohl geschliffen und poliert. Herschel sagt ausdrücklich, dass die Reinheit des Glases und die genaue Form der hinteren Hohlspiegelfläche keine grosse Rolle spielen, nur muss jenes farblos sein. Der Spiegel stellt also eine bikonkave oder Zerstreuungslinse dar. Die parallel auffallenden Sonnenstrahlen werden nur zu etwa 4,3 % nach vorne reflektiert; der Hauptteil dringt durch die Glasmasse durch und wird hinten exzentrisch gebrochen und verlässt das Teleskop durch den offenen Boden. Die Oeffnung ist wichtig, damit nicht durch die Hitze der Spiegel verzogen wird.

Der Fangspiegel des nach Newton gebauten Instrumentes ist wiederum nicht eine versilberte Glasplatte, sondern ein Prisma, dessen spitzer Winkel von 30—40° dem Okular zugewandt ist. Nur die reflektierende Fläche, in 45° zu der Spiegelachse stehend,

braucht genau eben zu sein. Die vom grossen Spiegel herkommen- den Strahlen werden hier wieder nur zu etwa 5 % nach dem Okular reflektiert; 95 % gehen durch das Prisma durch und werden, abgelenkt, aus dem Teleskop geworfen.

Auf diese Weise gelingt es, die Sonne ohne oder mit nur sehr schwach dunkelm Glase vor dem Okular zu betrachten, da nach Herschel nur  $\frac{1}{465}$  der Licht- und Wärmestrahlen ins Okular geraten.

Herschel gibt dann an, dass ein Franzose, Porro, eine ähnliche Vorrichtung getroffen hat, nur dass er das als Fangspiegel dienende Prisma im Winkel von  $35^\circ$  anbrachte, so dass die vom grossen Spiegel herkommenden Strahlen polarisiert werden und durch ein vor dem Okular angebrachtes Nicolprisma nach Belieben weiter abgeschwächt werden können. Uebrigens sagt Herschel, dass die in  $45^\circ$  auftreffenden Strahlen auch zum Teil polarisiert sind und also auch mit einem Nicolprisma behandelt werden können.

Ich benütze seit Jahren ein selber verfertigtes Herschel'sches „Helioskop“, das zu meiner Zufriedenheit arbeitet. Die Rückseite des grossen Spiegels habe ich nur teilweise poliert, um Zeit zu sparen, und dann mit Canadabalsam hintergossen, wodurch die Schleifgruben verschwanden.

## Les cornes de la lune ou l'écliptique et l'horizon

Par le Dr CHARLES SOUTTER, Genève

On appelle *cornes de la lune* les parties plus ou moins effilées du croissant; la ligne qui réunit l'extrémité des cornes est un diamètre du disque lunaire. La perpendiculaire à la *ligne des cornes* qui passe par le centre du disque est la *droite de symétrie des cornes*; elle est dans un plan qui passe par le soleil; ceci a été reconnu déjà dans l'antiquité; Geminus (70 ans av. J. C.) dit: „La preuve que la lune emprunte sa lumière au soleil c'est que la perpendiculaire menée sur la ligne des cornes est dirigée vers le soleil“ (cité par Arago).

Quand la lune se lève, la ligne des cornes est fortement inclinée; elle se rapproche de la verticale quand l'astre monte, devient verticale, puis s'incline en sens inverse à mesure que la lune s'abaisse vers l'horizon.

Chose curieuse: la ligne des cornes est rarement verticale au moment de la culmination; le plus souvent la verticalité a lieu à une certaine distance du méridien qui peut atteindre  $35^\circ$  en azimut; le croissant de la lune franchit le méridien en général avec une notable obliquité.

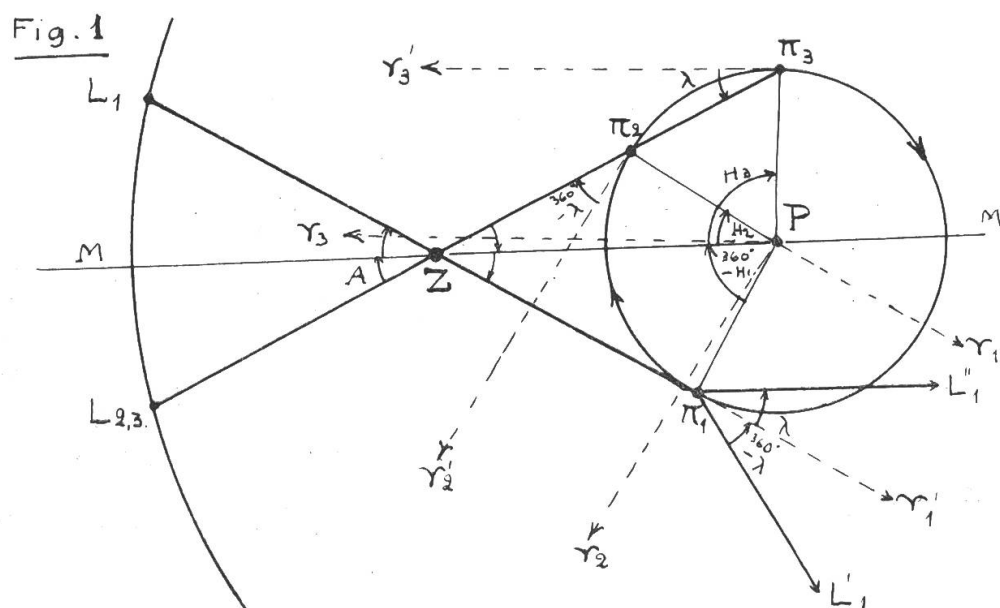
Un calcul simple montre que l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'écliptique n'a qu'une influence négligeable sur ce phénomène. En effet, quand la lune se trouve dans un des nœuds, la ligne des cornes est perpendiculaire à l'écliptique, cela va de soi. Quand la lune est le plus écartée de l'écliptique, à  $90^\circ$  des nœuds,

la ligne des cornes fera un angle de  $89^{\circ}59'12''$  avec l'écliptique; la différence est donc de moins d'une minute d'angle et n'explique pas ce que nous étudions.

C'est bien l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur qui est la cause prépondérante de l'obliquité habituelle de la ligne des cornes au passage du méridien. On admettra donc, dans la suite de cet exposé, que la lune se meut dans l'écliptique.

Dans cette hypothèse, la ligne des cornes est toujours perpendiculaire à l'écliptique; elle se confond avec une portion d'un cercle de longitude passant par le centre de la lune. Il faut rappeler que le cercle de longitude passe par le pôle  $\pi$  de l'écliptique. La droite de symétrie des cornes est contenue dans le plan de l'écliptique.

Si l'on se souvient que, perpendiculaire à l'horizon, le *vertical*, est un grand cercle de la sphère céleste qui passe par le pôle de l'horizon ou zénith, on voit immédiatement la condition pour que la ligne des cornes soit verticale: il faut que le cercle de longitude qui correspond au centre de la lune soit également un vertical, c'est à dire qu'il passe à la fois par le pôle de l'écliptique et par le zénith.



La fig. 1 représente une partie de la sphère céleste dans la région des trois pôles: pôle céleste P, pôle de l'écliptique  $\pi$ , zénith Z. Les droites sont des arcs de grand cercle. Si le zénith est supposé fixe, le pôle de l'écliptique décrit apparemment, autour du pôle céleste, un petit cercle de  $23^{\circ}27'$  de rayon dans le sens rétrograde du mouvement diurne, comme une étoile à laquelle on peut l'assimiler. MM' est le méridien.

Si la lune se trouve sur un arc de grand cercle passant par  $\pi$  et Z, le cercle de longitude, donc la ligne des cornes, coïncide avec le vertical. C'est le cas en  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ .

Les droites  $P\gamma_1$ ,  $P\gamma_2$ ,  $P\gamma_3$  sont les colures des équinoxes correspondant aux positions  $\pi_1$ ,  $\pi_2$ ,  $\pi_3$ ; les parallèles à ces droites  $\pi\gamma'_1$ ,  $\pi\gamma'_2$ ,  $\pi\gamma'_3$  indiquent la direction du point vernal qui est à l'infini. Les angles  $MP\gamma$ , mesurés dans le sens rétrograde, sont les temps sidéraux. L'angle  $MP\pi$ , mesuré dans le même sens est l'angle horaire  $H$  de  $\pi$ ; il est égal au temps sidéral  $+90^\circ$  ou 6 heures.

Admettons que la lune fasse, avec la direction  $\pi_1\gamma'_1$  un angle  $\lambda$ ; sa longitude sera d'un côté de la ligne des équinoxes de  $360^\circ - \lambda$  en  $L'$ ; elle sera de  $\lambda$  de l'autre côté en  $L''$ , puisque les longitudes se mesurent dans le sens direct.

Quand  $\pi_1$  vient en  $\pi_2$ , le cercle de longitude  $\pi_2 L'$  passe par  $Z$  et la ligne des cornes sera verticale en  $L_2$  pour la longitude  $360^\circ - \lambda$  et au temps sidéral  $MP\gamma_2$  correspondant à l'angle horaire  $H$  de  $\pi$ . Quand  $\pi_1$  sera en  $\pi_3$ , la verticalité des cornes a lieu dans le même vertical pour la longitude  $\lambda$  au temps sidéral  $MP\gamma_3$  correspondant à l'angle horaire  $H$ . Dans les deux cas, l'azimut du vertical est l'angle  $MZL = PZ\pi$ .

La lune ne peut avoir sa ligne des cornes verticale dans un azimut plus grand que  $35^\circ 06'$  qui est celui où le cercle de longitude est tangent au petit cercle de  $23^\circ 27'$  de rayon. A cet azimut maximum correspond un angle horaire  $MP\pi$  de  $+$  ou  $- 27^\circ$  ou  $+$  ou  $- 1$  h. 48 m.

Remarquons que la ligne des équinoxes, au moment de ce maximum d'azimut, est dans la même direction que le cercle de longitude vertical; cette situation est représentée en  $\pi_1$ . Donc si la lune, à ce moment, a une longitude de  $180^\circ$ , sa ligne des cornes est verticale dans l'azimut maximum en  $L_1$ . Il y a, bien entendu, une position symétrique de l'autre côté du méridien, qui serait celle de la verticalité de la lune par une longitude de  $0^\circ$ .

Dans le triangle sphérique  $PZ\pi$ :

1. l'arc  $P\pi$  mesure l'obliquité de l'écliptique sur l'équateur ( $\varepsilon = 23^\circ 27'$ ).

2. l'arc  $PZ$  celle de l'équateur sur l'horizon ( $90^\circ - \varphi$ ).

3. l'arc  $Z\pi$ , celle de l'écliptique sur l'horizon; on voit que cet arc varie, pendant une révolution sidérale de  $\pi$ , entre le maximum ( $90^\circ - \varphi + \varepsilon$ ), et le minimum ( $90^\circ - \varphi - \varepsilon$ ); l'inclinaison de l'écliptique sur l'horizon est donnée à chaque instant en fonction du temps sidéral par la formule:

$$\cos u = \cos \varepsilon \cdot \sin \varphi + \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi \cdot \cos H$$

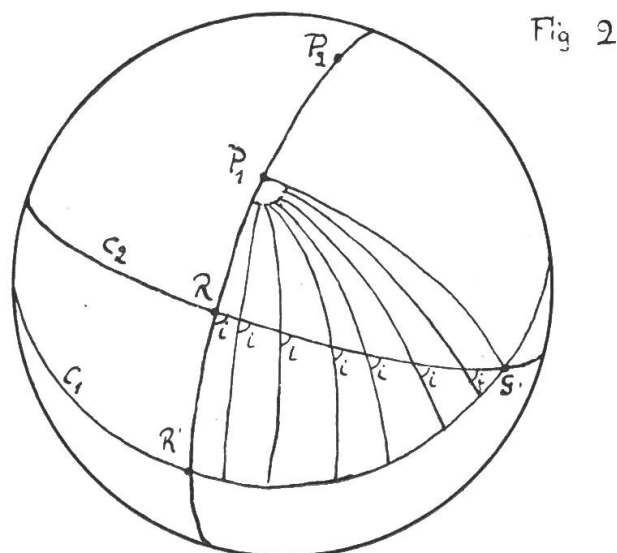
où  $u$  est l'inclinaison cherchée,  $\varphi$  la latitude,  $\varepsilon$  l'inclinaison écliptique-équateur, et  $H$  l'angle horaire de  $\pi$ , égal au temps sidéral plus  $90^\circ$ .

4. l'angle  $H$  ou  $ZP\pi$  est égal au temps sidéral  $ZP\gamma + 90^\circ$  ou 6 heures.

5. l'angle  $A$  ou  $PZ\pi$  est l'azimut du cercle de longitude; on le calcule par la formule:

$$\cot A = \frac{\cos \varphi \cdot \cot \varepsilon - \sin \varphi \cdot \cos H}{\sin H}$$

Après avoir étudié le phénomène „en plan“, analysons-le „en élévation“.



Il faut d'abord ouvrir une parenthèse. Deux grands cercles  $C_1$  et  $C_2$  de la sphère céleste (fig. 2) sont inclinés d'un angle  $i$ . Par leurs pôles  $P_1$  et  $P_2$  nous faisons passer un autre grand cercle  $P_2P_1RR'$ , qui coupera  $C_1$  et  $C_2$  à  $90^\circ$  de leurs intersections  $G_1$  et  $G_2$ ; ce cercle perpendiculaire servira de référence. Notons que l'arc  $P_1P_2$  mesure l'inclinaison  $i$  des deux cercles. A partir du cercle  $P_2P_1RR'$  un cercle mobile tournera, comme sur une charnière, autour de l'axe polaire de  $C_1$  par exemple.

Or, l'angle  $i$  que le cercle mobile fait avec  $C_2$  varie de  $90^\circ - i$  en  $G$  à  $90^\circ$  en  $R$ . J'appellerai cet angle  $i$  la *pente* en un point donné du cercle  $C_2$  par rapport à  $C_1$  ou, ce qui est équivalent, au cercle perpendiculaire à  $C_1$ .

Ainsi la pente d'un point de l'équateur par rapport à l'horizon varie de  $90^\circ - i$  à  $90^\circ$ . Comme  $i = 90^\circ - \varphi$ , la pente équateur-horizon passe de  $\varphi$  (aux points Est et Ouest) à  $90^\circ$  au méridien. Cette pente est mesurée par l'angle d'un vertical avec l'équateur.

De même la pente d'un point de l'écliptique par rapport à l'équateur varie de  $90^\circ - \varepsilon = 66^\circ 33'$  aux points équinoxiaux, à  $90^\circ$  aux points solsticiaux. Cette pente est mesurée par l'angle d'un cercle de longitude avec l'équateur.

Prenons sur l'écliptique un point quelconque  $R_1$  dont nous connaissons la distance  $R_1Q$  au point équinoxial (fig. 3a). Le cercle de longitude par  $R_1$  rencontre l'équateur en  $Q_1$  avec un angle  $i$  qui mesure la pente de l'écliptique en  $R_1$ .

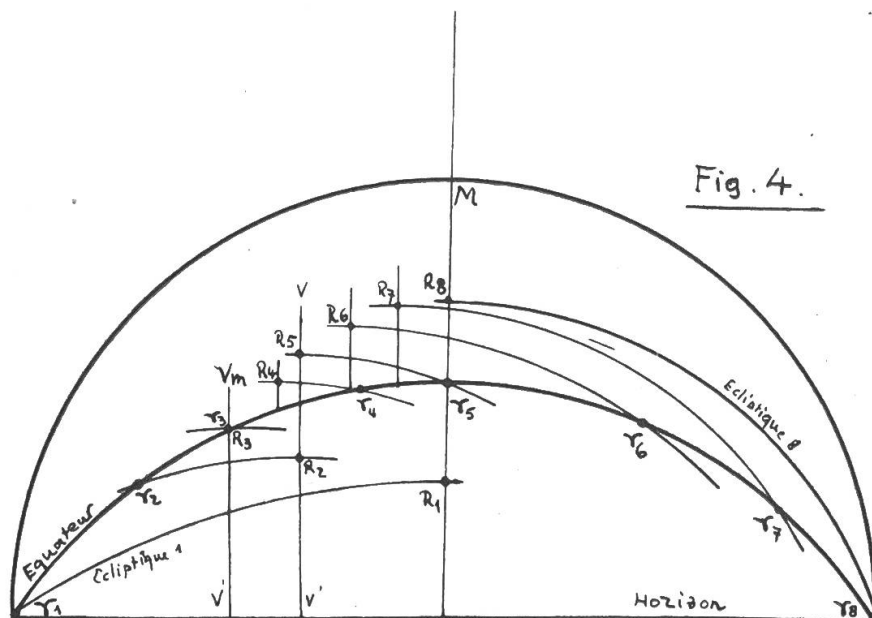
Remarquons qu'il existe un point symétrique  $R_2$  dans les mêmes conditions.



Nous désignerons dorénavant par R le point de l'écliptique où le cercle de longitude est vertical. Si l'on réfléchit en géomètre, on se rend compte (voir *fig. 2*) que le point R est le plus haut de l'écliptique au-dessus de l'horizon pour un moment (temps sidéral) donné. Sa hauteur mesure l'inclinaison actuelle  $u$  de l'écliptique sur l'horizon. Il se trouve à  $90^\circ$  des intersections. L'écliptique en R est horizontale. C'est en ce point que la ligne des cornes de la lune est verticale et que la droite de symétrie est horizontale, confondue qu'elle est, comme nous l'avons admis, avec l'écliptique.

La pente maximum de l'écliptique par rapport à l'équateur se trouve aux points d'intersection équinoxiaux. La pente égale de l'équateur par rapport à l'horizon se trouve à  $35^\circ 06'$  du méridien en azimut ou à 1 h. 48 m. en angle horaire. La verticalité des cornes ne peut avoir lieu en dehors de ces valeurs d'azimut et d'angle horaire. A ce moment, les points solsticiaux sont exactement dans l'horizon.

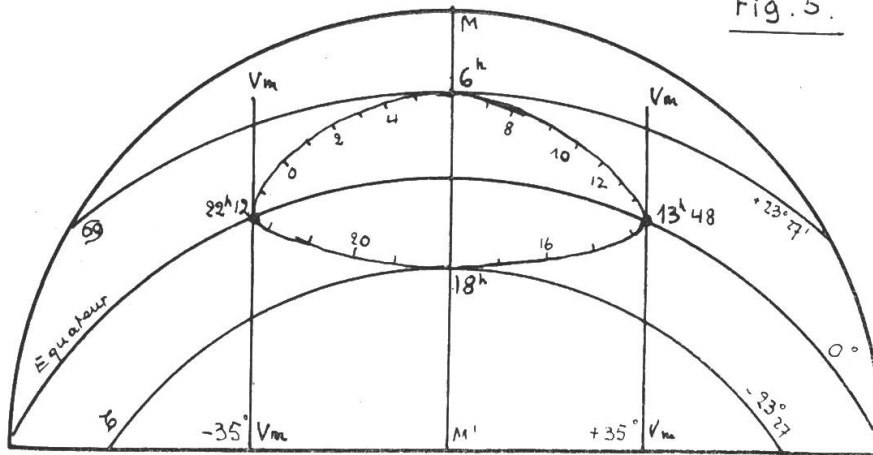
Remarquons encore que l'angle  $i$ , défini ci-dessus, mesure l'inclinaison de la ligne des cornes avec le méridien au moment de la culmination.



La *fig. 4* schématise une demi-révolution de la ligne des équinoxes, avec le point vernal au-dessus de l'horizon. Un certain nombre de positions du point R y est figurée, correspondant à des temps sidéraux différents. On complètera en pensée le schéma par la demi-révolution suivante (point équinoxial d'automne  $\varrho$  au-dessus de l'horizon) avec les positions symétriques de R du côté Ouest du méridien, comme dans la *fig. 3 d*.

On constate (*fig. 5*) que, pour une révolution sidérale, le point R parcourt une courbe fermée, symétrique par rapport au méridien. C'est sur cette courbe que la lune peut avoir sa ligne des cornes verticale, quand sa déclinaison et sa longitude l'y amènent.

Fig. 5.



Cette courbe est comprise entre les limites suivantes:

a. en coordonnées équatoriales: les cercles horaires de  $+$  et  $-$  1 h. 48 m. et les parallèles de déclinaison de  $+$  et  $-$   $23^{\circ} 27'$ , qui sont les tropiques.

b. en coordonnées horizontales: les cercles verticaux d'azimut  $+$  et  $-$   $35^{\circ} 06'$  et les parallèles de hauteur  $90^{\circ} - \varphi + 23^{\circ} 27'$  et  $90^{\circ} - \varphi - 23^{\circ} 27'$ .

Sur la courbe de R, les chiffres sont les temps sidéraux correspondants, dont le calcul n'offre pas de difficulté si l'on a suivi ma maladroite démonstration; il ne s'agit pas de l'heure civile de la verticalité, sur laquelle je reviendrai brièvement.

Supposons que le fin croissant de la lune, au début d'une lunaison, soit vertical au point correspondant au *temps sidéral* 13 h. 48 m. (la lune est exactement au point équinoxial d'automne de longitude  $180^{\circ}$  et ascension droite 12 h.). Le jour suivant, ayant avancé sur l'écliptique de quelques  $13^{\circ}$  en longitude ou d'environ 55 m. en ascension droite, le croissant sera vertical vers 14 h. 43 m. de la courbe. Le lendemain vers 15 h. 38 m. puis, un jour après vers 16 h. 33 m. et ainsi de suite. Au premier quartier, la lune sera verticale vers 20 h. Puis il sera difficile d'apprécier la ligne des cornes, à cause de l'épaississement du croissant. Au dernier quartier, l'observation est de nouveau facile et se fera, pour cette lunaison, vers 2 h. 40 m. Et ainsi, un jour après l'autre, on constatera que la ligne des cornes est verticale sur des points successifs de la courbe de la figure 5.

On sait que les phases de la lune se font en des *temps vrais* (Tv) ou *solaires* qui sont sensiblement les mêmes d'une lunaison à l'autre; il n'y a rien d'étonnant car les phases, comme notre temps, sont un phénomène solaire. Ainsi, le premier quartier passe au méridien vers 18 h., le dernier quartier vers 6 h. temps vrai. La verticalité du croissant n'est pas très éloignée du moment de la culmination (1 h. 48 m. avant ou après au maximum). On peut savoir, pour toute époque, le temps sidéral à 18 h. ou 6 h. vrais. On en déduit, très approximativement il est évident, la position du point R à ce

moment et à la date donnée. On peut alors dresser le petit tableau suivant, dont les données sont élastiques:

### Verticalité des cornes

| <i>Temps<br/>sidéral</i> | <i>Azimut</i> | <i>Dernier quartier<br/>environ 6 h. T. v.</i> | <i>Premier quartier<br/>environ 18 h. T. v.</i> |
|--------------------------|---------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 6 h.                     | au méridien   | fin septembre                                  | fin mars                                        |
| 6 à 18 h.                | à l'ouest     | octobre à mars                                 | avril à septembre                               |
| 13 h. 48                 | écart maximum | fin janvier                                    | fin juillet                                     |
| 18 h.                    | au méridien   | fin mars                                       | fin septembre                                   |
| 18 à 6 h.                | à l'est       | avril à septembre                              | octobre à mars                                  |
| 22 h. 12                 | écart maximum | début juin                                     | début décembre                                  |

Toutes ces considérations ont leur traduction numérique. On peut se baser sur les formules données plus haut ou sur les éléments qui ont été discutés ensuite. Quoi qu'il en soit, on peut traiter le point R comme n'importe quel objet céleste et en calculer les coordonnées qu'on voudra. Parmi celles-ci, l'ascension droite  $\alpha$  nous intéresse car elle nous permet de déduire de l'ascension droite de la lune (donnée par l'Annuaire Flammarion par exemple, et depuis cette année par Robert A. Naef dans son excellent „Sternenhimmel“) le moment de la verticalité en temps civil (HEC = MEZ). Pour le faire, on dresse un petit graphique de l'ascension droite de la lune pour le moment approximatif du phénomène, par exemple de 18 à 20 heures, sous forme d'une droite. Une seconde droite figurera les ascensions droites du point R aux temps sidéraux correspondant aux heures civiles de 18 à 20 h. L'intersection des deux droites donne l'heure (et l'ascension droite) de la verticalité des cornes.

Le problème qui vient d'être exposé n'a certainement aucune importance. Il est sans intérêt primordial en 1947 de savoir pourquoi la ligne des cornes de la lune est verticale dans un azimut donné. Cependant, cette étude fait comprendre les variations de l'écliptique au cours d'un jour sidéral.

Or plusieurs phénomènes sont liés à ces variations de l'écliptique et particulièrement à celles de son inclinaison sur l'horizon; ce sont les rapports avec l'horizon de l'axe de rotation du soleil et de la trajectoire des taches; c'est la visibilité de Mercure, celle de la lumière zodiacale; c'est la hauteur de Vénus, l'orientation de la ligne des satellites de Jupiter, de l'anneau de Saturne, etc.

Ces rapports frappent le néophyte et ne sont guère expliqués dans les livres courants. L'auteur, néophyte lui-même, espère donc avoir éclairé un peu la lanterne de ses semblables.

## A propos du centenaire de Neptune

Par M. MARGUERAT, Prof., Lausanne

Comme le rappelait une brève notice parue dans „Orion“ d'octobre dernier, l'année qui vient de s'écouler a ramené le centième anniversaire de la découverte de Neptune. Mieux partagé que le quatrième centenaire de Copernic, survenu en pleine guerre, cet événement a pu être commémoré dignement dans les milieux directement mêlés à son histoire: à l'Observatoire de Paris, par une exposition consacrée à *Le Verrier et son temps* et par la frappe d'une médaille, à Londres par une séance de la Royal Astronomical Society. Si nous rapprochons ici ces deux jubilé, c'est parce qu'ils évoquent deux moments en quelque sorte complémentaires de l'histoire de l'astronomie. Ils se situent aux deux extrémités du long développement de nos connaissances sur la mécanique du système solaire: d'une part un début encore incertain, entouré de méfiance et d'incompréhension, d'autre part un aboutissement ou plutôt un point culminant, marqué par un de ces succès, rares dans l'existence d'un homme ou d'une civilisation, qui font éclater aux yeux de tous les progrès accomplis au cours d'une lente maturation.

Ce haut fait de la Science peut être envisagé à divers points de vue: outre son aspect mathématique, réservé aux rares spécialistes capables de pénétrer dans les arcanes de la mécanique céleste, il en possède d'autres plus accessibles, plus humains: sa genèse, ses péripéties, ses conséquences que le recul nous permet de mieux apprécier aujourd'hui, tout cela justifie qu'on lui consacre quelques réflexions, si mal connue que soit par ailleurs l'avant-dernière planète de notre système solaire.

\* \* \*

Il faut remonter en 1821 pour trouver l'origine du problème qui va tenir en haleine le monde astronomique pendant un quart de siècle. Bouvard, occupé alors à établir des Tables d'Uranus, découverte quarante ans auparavant, constate qu'il est impossible d'en représenter toutes les positions connues par une même orbite; déjà il émet l'hypothèse de „quelque action étrangère et inaperçue qui aurait influencé la marche de la planète“. Les sommités d'alors, Arago en France, Bessel en Allemagne, Herschel en Angleterre, partagent l'opinion de Bouvard, mais aucun d'eux n'entreprend la recherche de l'astre supposé. Le problème s'annonce en effet des plus rébarbatif. Chercher l'astre directement par l'observation, il n'y faut pas songer: on ne connaît ni son éclat, ni sa position dans le ciel, et on ne peut compter sur la répétition du hasard heureux qui permit à Herschel de découvrir Uranus. Reste la voie du calcul. Là aussi les difficultés paraissent insurmontables. Le problème ressortit à la théorie des perturbations, mais il se pose en quelque sorte à rebours: connaissant les irrégularités d'une planète, en déduire

la masse et la position de l'astre qui les provoque, ou plus précisément: connaissant l'orbite approximative d'Uranus, en déduire son orbite exacte, celle de la troublante et la masse de celle-ci. Pendant les vingt années qui suivent aucune recherche sérieuse n'est tentée dans ce sens, cependant que de mois en mois les écarts d'Uranus augmentent...

Cette tâche ardue, deux hommes vont l'entreprendre et en venir à bout. Séparés par la nationalité et par la formation scientifique, ignorant tout de leurs recherches parallèles, ils aboutiront par des voies assez différentes à des résultats presque identiques. De telles coïncidences ne sont pas rares dans l'histoire des sciences: elles attestent l'urgence et la maturité d'un problème. Il n'est pas question de donner ici un aperçu des méthodes mathématiques utilisées par ces deux savants. Nous renvoyons le lecteur désireux d'en savoir davantage à l'ouvrage de Ch. André: *Les planètes et leur origine*.

John Adams (1819—1892), jeune étudiant à Cambridge, s'occupe du problème dès 1841. Retardé par ses examens universitaires, puis par le manque de confiance de ses maîtres, il n'obtient ses résultats qu'en septembre 1845. Une année s'écoule encore sans que son mémoire soit publié, ni que des recherches vraiment sérieuses soient entreprises pour trouver la planète dont il a indiqué la position.

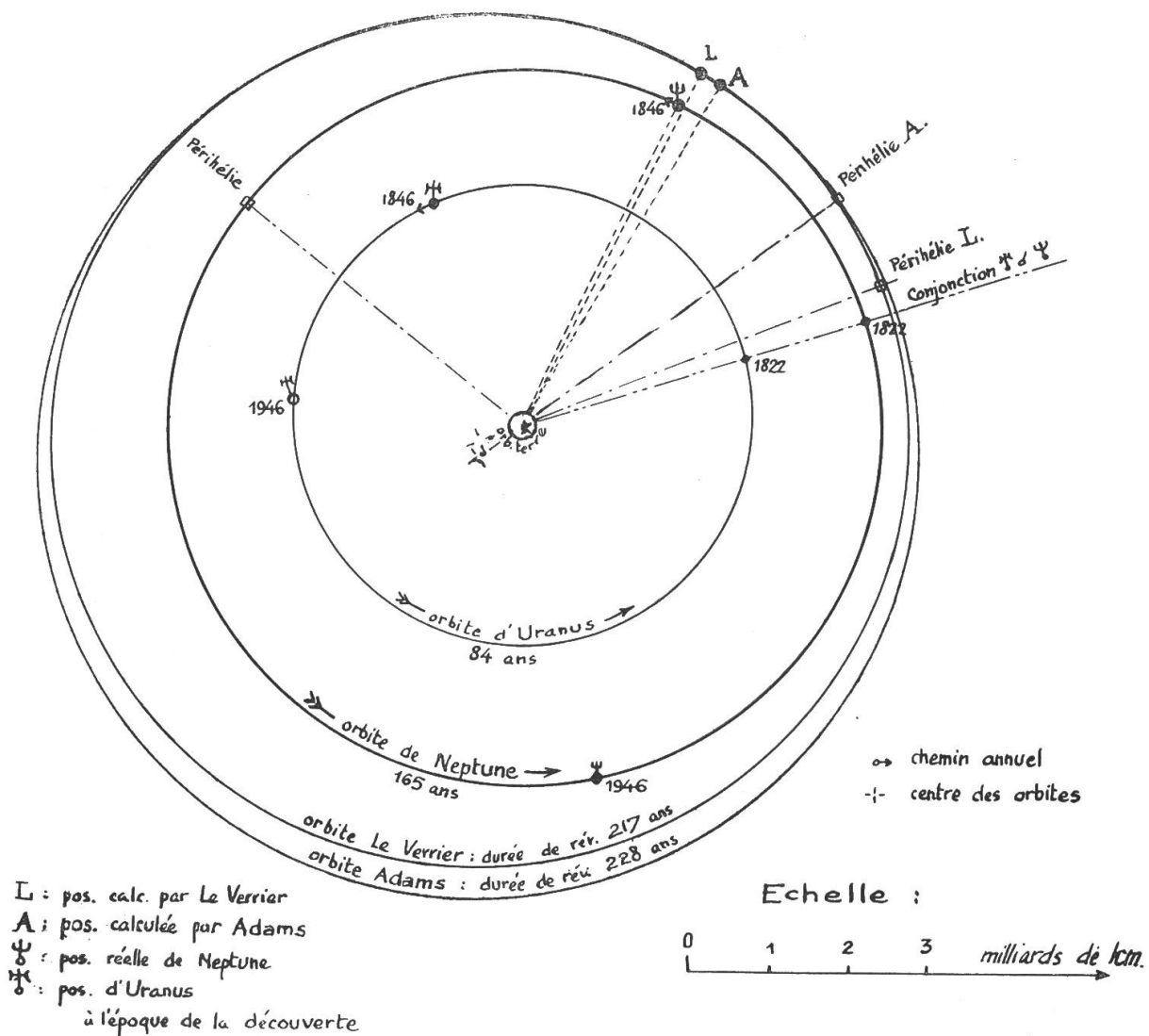
Pendant ce temps, un autre concurrent entre en lice et va le devancer. Urbain Le Verrier (1811—1877), natif de Normandie (il est né à Saint-Lô et a étudié à Caen), commence sa carrière comme chimiste à l'administration des Tabacs, où il se signale par des recherches sur les phosphures d'hydrogène. Devenu astronome par un curieux concours de circonstances, il s'adonne dès lors entièrement à la mécanique céleste et en l'espace de quelques années acquiert dans ce domaine une maîtrise incontestée, qui lui vaudra d'entrer à l'Académie des Sciences en janvier 1846, âgé de trente-quatre ans. En été 1845, sur les conseils d'Arago, alors directeur de l'Observatoire de Paris, il aborde à son tour le problème des irrégularités d'Uranus. Il y apporte une brillante intelligence mathématique doublée d'un sens physique aigu, une prodigieuse habileté de calculateur, une capacité de travail presque surhumaine. La vigueur de la jeunesse s'allie à l'expérience du savant rompu aux plus hautes spéculations de la mécanique céleste. En un travail acharné de onze mois, triomphant de toutes les difficultés, il résout à fond le problème qu'il s'était posé. Mentionnons que dans ses calculs il a utilisé près de trois cents observations d'Uranus, échelonnées sur une durée de cent cinquante ans. Il communique au fur et à mesure ses résultats à l'Académie. En juin 1846, il est en mesure de fixer la position actuelle de la planète présumée; deux mois après, il en donne toutes les caractéristiques mécaniques, précisant même sa magnitude et son diamètre apparent. Il considère alors sa tâche comme terminée: aux observateurs de faire la leur.

Le 18 septembre 1846, écrivant à Galle, jeune astronome de l'Observatoire de Berlin, il le prie — incidemment — de s'occuper de cette recherche, et il en reçoit le 25 la réponse célèbre: „La planète dont vous avez signalé la position existe réellement. Le jour même où j'ai reçu votre lettre, je trouvais une étoile de 8<sup>e</sup> grandeur qui n'était pas inscrite dans l'excellente carte Hora XXI publiée par l'Académie Royale de Berlin. L'observation du jour suivant décida que c'était la planète cherchée.“ Ces quelques lignes, dans leur sobriété, annonçaient l'un des grands événements astronomiques du siècle.

Le dépit fut vif en Angleterre. Faute d'avoir pris suffisamment au sérieux les recherches d'un débutant, l'astronome royal Airy et son collègue Challis, „absorbés par des occupations plus pressantes“, avaient frustré celui-ci, et avec lui leur pays, d'une gloire qui aurait dû normalement leur revenir. La priorité de Le Verrier, officiellement établie par la date de ses publications, fut âprement discutée. Nous n'avons pas l'intention de rouvrir ce débat où les préoccupations purement scientifiques furent dominées par des questions de personnalités et de prestige national. L'Entente cordiale n'était pas encore inventée! On faisait alors, selon le mot de Joseph Bertrand, de l'astronomie passionnée.

Le temps a fait justice de ces querelles mesquines. Aujourd'hui, on s'accorde à partager entre Adams et Le Verrier la gloire de la découverte, tout en reconnaissant que le second, par sa discussion approfondie de l'ensemble du problème, l'originalité et la puissance de ses méthodes, a fait une œuvre d'une portée plus générale et plus durable.

Un autre point qui donna lieu à des contestations est le degré d'exactitude des prédictions relatives au nouvel astre — qu'on appelait alors planète Le Verrier en France, Janus en Allemagne, Oceanus en Angleterre, avant de lui donner définitivement le nom du dieu marin, proposé par le Bureau des Longitudes. La figure ci-contre représente à l'échelle l'orbite réelle de Neptune et les deux orbites calculées, avec les positions correspondantes de la planète à l'époque de la découverte. On remarquera d'une part la faible erreur en direction — l'écart entre la longitude annoncée par Le Verrier et la longitude réelle ne dépassait pas 52 minutes d'angle —, d'autre part l'erreur considérable sur les dimensions de l'orbite. Cette circonstance est due à une hypothèse sur la distance moyenne de Neptune au Soleil, qui se révéla erronée: guidés par la loi empirique de Bode, les deux calculateurs adoptèrent la valeur 38, alors que la valeur exacte est de 30. Il en résulta, dès l'époque de la découverte, un désaccord croissant entre la théorie et l'observation. Certains arguèrent de ce fait pour diminuer le mérite de Le Verrier, oubliant que si le 23 septembre 1846 la planète était en effet éloignée d'un demi-milliard de km de la position prévue par le calcul, elle ne s'en trouvait



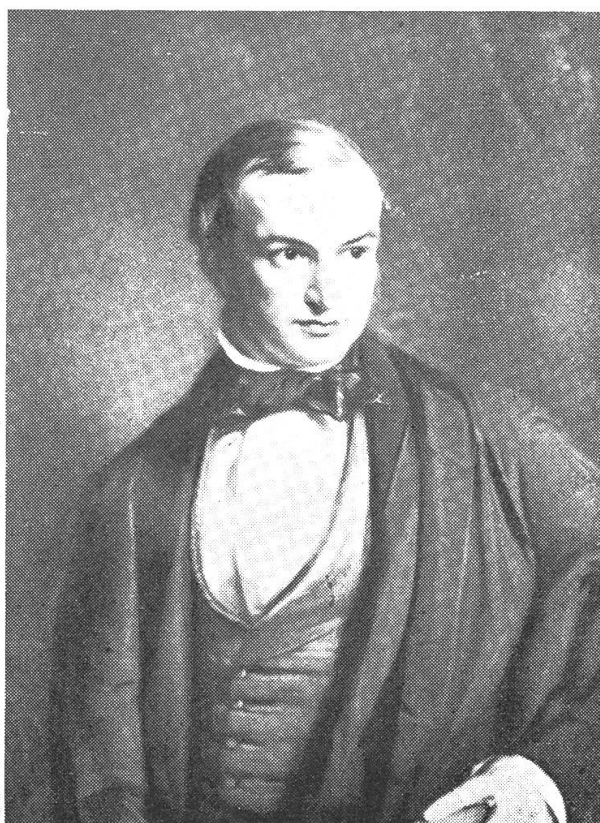
pas moins ce soir-là dans le champ de la lunette de Galle, et c'est cela qui compte!

\* \* \*

Les quelques manifestations dépréciatives que nous venons d'évoquer se perdent dans le concert général d'admiration et d'enthousiasme qui accueillit la grande nouvelle. „M. Le Verrier, s'écrie Arago, a aperçu le nouvel astre sans avoir besoin de jeter un seul regard vers le ciel. Il l'a vu au bout de sa plume; il a déterminé par la seule puissance du calcul la place et la grandeur d'un corps situé bien au delà des limites de notre système planétaire. C'est l'une des plus brillantes manifestations de l'exactitude des systèmes astronomiques modernes.“ Le public cultivé peut lire dans la Revue de Paris ces lignes: „... On a vu les géomètres, à l'aide de leurs seules formules, apprendre aux observateurs ce qu'ils auraient dû voir, et ce que réellement ils apercevaient dès



Urbain J. J. Le Verrier



John Couch Adams \*

qu'ils étaient avertis." Triomphe de la loi de l'attraction universelle, triomphe de la science déductive, voilà ce qui a frappé les contemporains. La philosophie s'est emparée de ces thèmes. Il est incontestable que cet événement a contribué au succès du positivisme et des philosophies mécanistes, et plus généralement au prestige des sciences exactes, pendant la seconde moitié du XIXe siècle. Il a déterminé des vocations scientifiques illustres, tels Tisserand et Henri Poincaré.

Succès de la théorie, sans doute! Il serait cependant injuste d'oublier le rôle plus effacé, mais non moins utile, joué par l'observation. Tout d'abord, les mesures précises de la position d'Uranus, poursuivies pendant des décades à Greenwich et à Paris, constituent la base même de tous les calculs. Et de même qu'il n'y aurait pas de Képler sans Tycho, il n'y aurait point de Le Verrier sans Galilée et tous ceux qui après lui ont porté la technique instrumentale au degré de précision nécessaire pour déceler les perturbations planétaires. D'autre part, l'identification rapide d'une planète peu lumineuse nécessite une carte céleste exacte et suffisamment détaillée. Or l'Académie de Berlin travail-

---

\* Photographies empruntées à la revue anglaise „The Observatory“.

lait depuis vingt ans, sous l'impulsion de Bessel, à l'élaboration d'un atlas englobant toute la zone zodiacale jusqu'à la 10<sup>e</sup> magnitude. C'était justement ce qu'il fallait pour trouver Neptune. Le hasard voulut que la carte de la région du Capricorne, où se trouvait la planète, vînt précisément d'être achevée par l'astronome allemand Bremiker, mais non encore publiée. On la possédait à Berlin, mais pas à Cambridge. Ainsi s'explique le succès immédiat de Galle, et la lenteur des recherches de Challis. Comme le relevait M. P. Stuker, en commentant sa captivante *Exposition de cartographie céleste*, le long et patient travail des cartographes, destiné avant tout à la recherche des astéroïdes, trouvait là une preuve inattendue de son utilité.

\* \* \*

Essayons maintenant de dégager les caractères essentiels de la découverte de Neptune en nous plaçant à un point de vue plus actuel.

Tout d'abord, ainsi que nous le notions au début, elle nous apparaît comme un aboutissement. Après la géniale synthèse de Newton, les mathématiciens s'étaient donné pour tâche de tirer toutes les conséquences de la loi de l'attraction universelle, de les soumettre au calcul, et de les appliquer au système solaire entier pour en saisir dans le détail l'agencement. Ce long effort, jalonné par les noms de Laplace, de Clairaut, de Lagrange, trouva son couronnement avec Le Verrier. Ce calculateur infatigable, consacra tout son travail personnel, en marge de ses fonctions de directeur de l'Observatoire, à une refonte totale de la théorie du système solaire. La découverte qui l'a rendu célèbre n'en est qu'un épisode. Écoutons le beau témoignage rendu par Adams lui-même sur cette œuvre gigantesque: „Qu'un seul homme ait eu assez de force et de persévérance pour parcourir ainsi d'un pas assuré la totalité du système solaire en calculant, avec la dernière exactitude et sans en oublier aucune, toutes les perturbations qui peuvent exercer une influence sur chaque planète, c'est ce qu'on aurait cru impossible, si le résultat n'était aujourd'hui sous nos yeux.“

Mais ce triomphe de la théorie newtonienne en marqua aussi les limites, et en un certain sens le déclin. Le calcul des perturbations ne se révéla pas capable d'expliquer toutes les irrégularités résiduelles affectant la marche des corps célestes. Si la découverte de Pluton en 1930 peut être mise à son actif, l'affaire Vulcain, par contre, fut un échec. L'histoire de cette énigmatique planète serait trop longue à retracer ici. Bornons-nous à rappeler que Le Verrier, poursuivant sans répit l'idée qui l'avait conduit au succès, imagina cet astre dans le but de justifier l'inexplicable avance du périhélie de Mercure, qui posait aux astronomes un nouveau problème. Après de laborieuses recherches théoriques et d'infructueuses tentatives d'observation, il fallut se rendre à l'évidence: *Vulcain* n'existe pas ! Cet échec ne diminue en rien le mérite de Le

Verrier, mais il souligne le caractère exceptionnel du premier succès qui fit sa gloire. Un demi-siècle s'écoula jusqu'à ce que la Relativité générale vînt apporter une explication satisfaisante des irrégularités de Mercure: Einstein reprenait le problème là où Newton et ses successeurs l'avaient laissé.

Tout aboutissement est un nouveau départ. L'époque de Le Verrier n'y fait pas exception. Elle marque un moment décisif dans le profond changement d'orientation que subit l'astronomie au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. L'attention se porte de plus en plus vers l'univers sidéral. C'est autour de 1860 qu'apparaissent la spectroscopie et la photographie stellaire, et l'on sait assez quel prodigieux essor l'astrophysique va prendre grâce à ces puissants moyens d'investigation.

La découverte de Neptune soulève encore une question d'une portée plus générale, et qui mériterait à elle seule une longue étude: il s'agit du rôle de la théorie et de l'expérience dans la découverte scientifique. Faut-il suivre les admirateurs de Le Verrier dans la confiance absolue qu'ils professaient à l'endroit des théories astronomiques, et singulièrement de leur pouvoir de prédiction? Une telle opinion méconnaît le rôle essentiel de l'observation. Si dans la pratique courante l'astronome peut en effet se fier à ses calculs les yeux fermés, il ne saurait se passer entièrement du contrôle de l'observation, et celle-ci reste la pierre de touche de la valeur de théories. N'oublions pas qu'après Neptune, il y eut Vulcain! D'autre part, l'évolution de la physique moderne prouve éloquemment que la validité d'une théorie se limite à un certain champ d'application hors duquel elle perd son sens: qu'on pense à la physique de l'atome, et à celle — en pleine élaboration — du noyau!

L'homme cultivé d'aujourd'hui se fait du rôle des théories scientifiques une conception plus nuancée et plus souple que celle qui prévalait naguère. Mais un fait essentiel demeure: c'est le pouvoir de prévision de la science déductive, capable non seulement de guider l'expérience ou l'observation selon un plan rationnel, mais bien plus de les devancer dans la découverte de phénomènes importants et même de corps nouveaux. Ce pouvoir, qui s'est affirmé avec éclat il y a un siècle dans le domaine de l'astronomie, ne s'est pas démenti depuis lors: on l'a vu se manifester récemment en microphysique, où de géniales prévisions théoriques ont préparé la découverte du positon et du méson. C'est dans l'affirmation de ce pouvoir de l'intelligence humaine, et non dans le triomphe passager d'un système théorique nécessairement imparfait, que nous apercevons la signification la plus haute de la découverte de Neptune.

## Kleine astronomische Chronik

### Neuer Komet Becvar 1947 c

Wie das Astronomische Zentralbureau in Kopenhagen meldet, hat Dr. A. Becvar in Skalnaté Pleso am 27. März 1947 im Sternbild des Drachen, etwa  $8^\circ$  vom Polarstern entfernt (AR 19 h 30.5 m, Dekl.  $+81^\circ 47'$ ), einen neuen Kometen entdeckt. Nach einer bei Redaktionsschluss eingegangenen Meldung wurde für den Kometen die folgende Ephemeride gerechnet:

|      |          |               |                      |
|------|----------|---------------|----------------------|
| 1947 | April 13 | AR 5 h 49.7 m | Dekl. $+51^\circ 1'$ |
|      | April 17 | 5 h 54.0 m    | $+43^\circ 1'$       |
|      | April 21 | 5 h 56.8 m    | $+36^\circ 28'$      |

Der Schweifstern durchlief nach seiner Entdeckung die Sternbilder Cepheus, Camelopardalis und bewegt sich nun langsam in südlicher Richtung durch die Konstellation des Fuhrmanns. Seine Helligkeit dürfte indessen unter die 10. Grösse gesunken sein. Circ. I. A. U. 1083, 1085.

## La page de l'observateur

### Soleil

Durant le 1er trimestre 1947 nos observations ont donné les chiffres suivants de **Fréquence quotidienne des groupes de taches**:

|              | Jours d'observ. | H. N. | H. S. | Total |
|--------------|-----------------|-------|-------|-------|
| Janvier 1947 | 14              | 3,9   | 3,8   | 7,7   |
| Février      | 12              | 2,9   | 4,5   | 7,4   |
| Mars         | 17              | 2,5   | 5,5   | 8,0   |

ce qui démontre la prépondérance actuelle d'activité de l'hémisphère sud, bien plus grande encore en ce qui concerne les aires tachées.

**3 grands groupes** (Groupe suivi de deux retours, à ce jour), aisément visibles à l'œil nu, ont traversé le disque solaire. Voici leurs caractéristiques résumées:

| Groupe    | Positions   |            | Visibilité         | Pass. M. C.   | Surf. max. | Longueur   |
|-----------|-------------|------------|--------------------|---------------|------------|------------|
|           | lat.        | long.      |                    |               |            |            |
| N. no. 29 | $-21^\circ$ | $86^\circ$ | 4 au 18 février    | février 11,56 | 2600 m     | 235 000 km |
| N. no. 58 | $-23^\circ$ | $94^\circ$ | 3. au 17 mars      | mars 10,26    | 4700 m     | 200 000 km |
| N. no. 83 | $-24^\circ$ | $87^\circ$ | 30 mai au 13 avril | avril 7,11    | 5023 m     | 112 800 km |

Ces trois apparitions, sur lesquelles nous aurons sans doute l'occasion de revenir dans ce Bulletin, étaient du plus haut intérêt. Toutes les formations principales paraissaient se grouper autour d'un centre de photosphère, à mouvement cyclonique, relativement fixe, qui a passé lentement de la latitude  $-21^\circ$  à  $-24^\circ$  par  $88^\circ$

de longitude. L'observation directe à l'hélioscope en permettait l'étude très détaillée dans les énormes gerbes de courants photosphériques entraînées à la fois autour de deux axes.

Ces „Grands Groupes“, ainsi désignés lorsqu'ils atteignent ou dépassent 1000 millièmes, se produisent autour du maximum d'activité qu'ils encadrent en quelque sorte (1928) avec une tendance à le précéder d'un peu plus d'une année. Si donc leur fréquence s'atténue dans les mois à venir on peut se risquer à prévoir le prochain maximum pour 1948,5 environ (?). C'est dire tout l'intérêt que prend actuellement l'observation continue du Soleil.

## Lune

A propos de l'étude du cirque lunaire *Phocylidès*, inscrite au programme d'étude de nos sélénographes, Mr. Rapp, à Montillocarno, nous décrit une très curieuse observation, faite par lui, le 29 septembre 1944 de 20 h. 25 m. à 21 h. 40 m. dans ce cirque même. Cet observateur attentif a vu, et soigneusement dessiné, les phases d'une sorte d'éclairement gris, ambulant et variable, *au-dessus* du fond encore obscur du cirque durant 50 minutes. Ensuite tout le fond de l'enceinte de *Phocylidès* *est redevenu noir* jusqu'à l'arrivée du soleil et la production du rayon large décrit dans l'„Orion“ no. 13. L'apparition était si prononcée que Mr. Rapp considère comme absolument exclu qu'il ait pu se tromper, ce que confirment d'ailleurs ses dessins précis et bien chronométrés.

C'est donc là un fait nouveau à l'actif de la littérature déjà abondante des observations lunaires étranges. Quand donc sortira-t-il de tout cela quelque chose de positif? Que nos observateurs sélénophiles s'encouragent à déchiffrer un peu de ce mystère, et s'ils ne trouvent rien, ils auront au moins goûté à ce charme, spécial à la Lune, de nous donner au ralenti des levers de Soleil qui durent... toute la nuit!

## Planètes

**Jupiter** : Quoique basse encore sur l'horizon Jupiter doit être observée dès maintenant. Il semble bien, en effet, que le contact, prévu avec retard („Orion“ no. 13), entre la Tache Rouge et la Fausse Tache rouge doive se produire au début de Juillet prochain.

La T. R. (longitude 253 ° le 12 avril 1947) est suivie, à 332 ° de longitude, de la F. T. R. Cette dernière a pris un énorme développement et se rattache maintenant à la composante sud de la B. E. S. formant une sorte de gros nuage en traînée oblique sur la Z. Tr. S. De ton beaucoup plus accentué que la T. R. des formations curieuses, rouge carmine et bleu ardoise, s'y distinguent par bonne image.

Ces deux taches poursuivent lentement le mouvement d'approche que nous avons signalé l'an dernier, et il sera intéressant de suivre les phases de leur conjonction, malheureusement un peu tardive pour enrichir beaucoup notre connaissance de la surface encore si énigmatique de Jupiter.

Saturne présentera encore un beau spectacle jusqu'en mai. Aucun détail spécial n'a été vu sur le globe cet hiver.

Uranus : Facile à suivre jusqu'à fin avril. Des grossissements de 150 à 300  $\times$  (Réfr. 135 mm) montraient bien le petit disque elliptique, une bande obscure et 2 satellites de 13e à 14e (Tiania et Oberon).

Neptune : Pour ceux qui n'ont jamais vu au télescope la planète de Le Verrier signalons que cette dernière passera le 28 avril prochain, à 19 h., à 1' au Nord de l'étoile de 7e gr. BD<sup>0</sup>I 2699. Neptune, de 7,8 gr. sera facile à identifier dans ce petit couple éphémère dont il formera au nord la composante faible et mobile.

### Etoiles

Des observations et des mesures sont désirables sur les couples suivants :

#### Etoiles doubles :

78  $\epsilon$  Leonis =  $\Sigma$  1536: 4m,1 jaune et 8,5 bleue, à 0",6 et 290" (Du M. 1944,4). Compagnon obscur prob. avec période = 8a,6.

L'étoile de 8e gr. serait variable?

$\omega$  Leonis =  $\Sigma$  1356: 6m,2 et 7m,0 à 0",86 et 149 (Du M. 1944,4). Beau couple orbit. serré.

$\gamma$  Leonis: Mesurer le compagnon C. Mouvements inexplicables?

Système  $\zeta$  Cancri: Mesurer les trois composantes, particulièrement C. (Compagnon obscur.)

$\mu$  Librae: Joli couple serré. 5m,4 et 6m,3 à 1",5 et 350" (Du M. 1944,5).

Pi. 212 = Sh. 190: 5m,8 et 8m,0 jaune or et rubis. Type 61 Cygni prob. pas orbital?

Système  $\xi$  Scorpii: Système quintuple. Mesures difficiles du couple D-E et aussi relatives à A.

$\nu$  Scorpii: Système quadruple; à comparer à  $\epsilon$  Lyrae.

#### Nébuleuses :

Observation visuelle et photographique du champ de nébuleuses spirales: M 65, M 66 et N.G.C. 3628 à 3° sud est  $\delta$  Leonis.

#### Etoiles Variables :

Suivre avec assiduité les variations de la Nova récurrente

*T Cor. Bor.* : Magn. visuelle = 9,31, le 17 avril 1947.  
*R Coronae*

### Recherches spéciales :

Tenter la photographie de Pluton dans le Cancer au sud de  $\gamma$  Cancri. Champ favorable au télescope de Schmidt.

Photo et Carte de la région de l'étoile Wolf 424 ( $\alpha = 12^h 28^m,4$ ;  $\delta = +9^\circ 34'$ ) (1900,0); Mph. = 13m,7. Mg. vis. = 12m,0. avec une ouverture de 30 cm tenter de dédoubler ce couple d'étoiles naines séparées de 1",1 à 141". Ce dernier serait le système stellaire le plus voisin du Soleil, à 1,1 parsec. soit à 3,6 a.l.

Du M.

---

## Gesellschafts-Chronik - Chronique des Sociétés

---

### Astronomische Gesellschaft Bern

An der 226. Sitzung vom 13. Januar 1947 wurde nach eingehender Diskussion die Uebernahme des Vertriebes der neuen Sternkarte „Sirius“ durch unsere Gesellschaft, unter dem „Protektorate der Schweiz. Astronomischen Gesellschaft“, von der Versammlung einstimmig beschlossen. Den Versand und die Fakturierung besorgt das Sekretariat der Gesellschaft, während das Inkasso vom Kassier der Gesellschaft übernommen wird. Ein Vertrag mit dem Autor, Herrn Ing. H. Suter-Graf, Wabern, regelt die gegenseitigen Verhältnisse.

Im weiteren Verlaufe der Sitzung wird im besonderen die neue intensive Fleckentätigkeit auf der Sonne besprochen, wozu Herr Ing. Müller seine eigenen Beobachtungen bekannt gibt. Ferner kommt die regsame Tätigkeit der Spiegelschleifergruppe zur Diskussion und wird eine Spiegelschleifertagung in Bern, gemeinsam mit den Schaffhausern und übrigen Interessenten, beschlossen. (Vide Einladung zu dieser Tagung auf der 3. Umschlagseite dieser Nummer.)

Die 227. Sitzung vom 3. Februar 1947 brachte uns einen Vortrag von Herrn Prof. Dr. M. Schürer über „Moderne Spiegelteleskope“. Nach einem kurzen geschichtlichen Abriss über die Entwicklung der astronomischen Refraktoren und Reflektoren wurde insbesondere der Schmidtspiegel besprochen. Ein von Herrn Lienhard in Innertkirchen gebautes Instrument mit einer Korrektionsplatte von 25 cm Durchmesser, einem sphärischen Spiegel von 32 cm Durchmesser und einer Brennweite von 40 cm diente dabei als Zahlenbeispiel. Mit diesem Instrument aufgenommene Aufnahmen erweckten grosse Bewunderung.

An der 228. Sitzung vom 3. März 1947 sprach Herr Dr. ing. E. Metzler über „Sonnenaktivität, Ionosphäre und Ausbreitung der Radiowellen“. Der Vortrag, der von instruktiven Lichtbildern begleitet war, wird vom Referenten wie folgt selbst kurz umrissen:

Anschliessend an das Ultrarot, ungefähr bei 0,5 cm Wellenlänge, beginnt das Spektrum der Hertz'schen oder Radiowellen. Während das sichtbare Licht knapp eine Oktave umfasst, erstrecken sich die in der modernen Technik verwendeten Radiofrequenzen über ein Frequenzverhältnis von ca.  $1 : 2,5 \cdot 10^6$ .

Die von Marconi 1901 hergestellte Radioverbindung über ca. 5000 km konnte durch die Beugungstheorie nicht erklärt werden. Eine mögliche Erklärung der grossen Reichweite gaben Kenelly und Heaviside, welche in der oberen Atmosphäre das Vorhandensein einer elektrisch leitenden Schicht annehmen. Die Leitfähigkeit der besagten Atmosphärenschicht wäre durch ihre Ionisierung erklärt.

Durch eine einfache rechnerische Ueberlegung zeigte der Referent, dass ein Elektron, das sich frei bewegt, unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes

zeitlich gegen dieses um  $\frac{3}{4}$ -Perioden verschoben schwingt. Zusammen mit dem Verschiebungsstrom resultiert eine Dielektrizitätskonstante für das Elektronengas, die kleiner ist als eins. Hieraus resultiert wegen der Maxwell'schen Beziehung ein Brechungsindex ebenfalls kleiner als eins, was einem optisch dünneren Medium als Luft entspricht. Es wurde dann gezeigt, wie eine elektromagnetische Welle beim Uebergang aus Luft in das Elektronengas bei nicht zu hoher Frequenz total reflektiert werden kann und der Begriff der Grenzfrequenz erklärt.

An einer Reihe von Lichtbildern wurde dann gezeigt, wie sich die Radiowellen durch Reflexion an ionisierten Luftschichten um den ganzen Erdball ausbreiten können.

Der Nachweis dieser Schichten konnte erst in den 20er Jahren mittels geeigneter Messmethoden (Appleton, Breit und Tuve) erbracht werden. Heute wird allgemein die Echolotungsmethode verwendet, deren Grundprinzip auch der Radar-Technik innewohnt.

Man unterscheidet normalerweise eine E-Schicht und zwei F-Schichten, denen sich mitunter noch eine D- und eine sog. sporadische E-Schicht beigesellen können. Die Schichten zeigen ein von der Tages- und Jahreszeit abhängiges Verhalten und weiter eine langperiodische, mit dem Sonnenzyklus übereinstimmende Periode, woraus auf das Sonnenlicht und besonders seine ultravioletten Strahlen als Ursache der Ionisation geschlossen werden kann.

Der Referent besprach dann das Verhalten eines Elektrons im magnetischen Erdfeld und wies auf einige beobachtete Anomalien in der Ausbreitung der Radiowellen hin, die damit erklärt werden können.

Schwierigkeiten in der Wellenausbreitung entstehen, wenn der Brechungsindex komplex wird, wie das in der Praxis zumeist der Fall ist (Mitbewegen der Gasionen und Störung der Phasenverhältnisse in den Schichten). Durch Absorption geht dann ein Teil der Wellenenergie verloren. Chromosphärische Eruptionen, meistens im Gefolge von grossen Sonnenflecken, ergeben ausserordentliche Steigerung der Ultraviolett-Emissionen, die den atomaren Sauerstoff in Höhen von ca. 80 km ionisieren und Anlass zur plötzlich einsetzenden Absorption aller einfallenden Wellen geben. Daraus erklärt sich das in solchen Momenten vollständige Aussetzen der Radioverbindungen (mit Ausnahme der kürzesten und längsten Wellen).

In den Gebieten der magnetischen Pole müssen sich durch zirkular polarisierte, vertikal nach oben gerichtete Radioemissionen von der Larmorfrequenz der Elektronen im Erdfeld, künstliche Nordlichter erzeugen lassen.

Abschliessend wird noch auf eine Möglichkeit hingewiesen, mit Hilfe extraterrestrischer Stationen über sehr hohe Frequenzen, für die alle ionisierten Schichten durchlässig sind, drahtlose Dienste einzurichten, die unabhängig von den Einflüssen der Sonnentätigkeit wären.

Ed. B.

## **Gesellschaft der Freunde der Urania-Sternwarte Zürich**

Am 27. Februar hielt Dr. P. Stuker im Schosse der Gesellschaft einen Vortrag mit Lichtbildern über das Thema „Vorstoss in den astronomischen Grossraum“ (Entwicklung der Methoden der Entfernungsmessung). Hörer dieses Vortrages und andere Interessenten seien darauf aufmerksam gemacht, dass in der Neuen Zürcher Zeitung vom 19. Februar 1947, Nr. 324, von Dr. P. Stuker ein grösserer Artikel über dieses Thema erschienen ist. — Am 14. März 1947 führte die Gesellschaft unter Leitung von Dr. P. Stuker einen sehr anregenden astronomischen Frage- und Diskussionsabend durch. Es wurde der Wunsch geäussert, solche Diskussionsabende öfters zu wiederholen. Die Herren A. Liepert und Bucher führten alsdann die neuen, selbsthergestellten Diapositive von Aufnahmen (z. T. Farbaufnahmen) aus alten Sternatlanten vor.

## Urania-Sternwarte

Oeffnungszeit (an jedem klaren Abend):

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| April bis September | von 20.30 bis 23 Uhr |
| ab 1. Oktober       | von 19.30 bis 22 Uhr |

Sonntags, soweit möglich, auch Sonnenvorfürungen von 10—12 Uhr.

## Bibliothek

Die Benützung der erweiterten astronomischen Bibliothek wird allen Mitgliedern bestens empfohlen. Unentgeltliche Bücherausgabe am ersten Mittwoch eines jeden Monats von 20—21 Uhr auf der Urania-Sternwarte. Bibliothekar: A. Schlegel. R. A. N.

## Société Astronomique de Genève

Notre activité d'hiver 1946/47, dont l'„Orion“ no. 13 a donné le programme, a été consacrée à la préparation pratique aux observations qui seront faites durant cet été. En automne vraisemblablement la Société possédera un nouvel instrument, télescope équatorial newtonien de 20 cm, construit par les soins de MM. Freymann et Boujon.

Un cours sur „la Construction des instruments astronomiques“ et consacré, en 1re partie, aux considérations théoriques a été donné par M. Freymann tous les lundis. Donné avec compétence et enthousiasme ce cours a été suivi avec intérêt et reconnaissance par une quinzaine d'auditeurs fidèles. La 2me partie de ce cours, consacrée à la taille même des surfaces optiques, sera donnée l'hiver prochain.

Notre programme d'été va s'ouvrir par quelques causeries sur la pratique des observations du Soleil, de la Lune et des planètes Saturne et Jupiter, des constellations et des étoiles variables, enfin sur l'usage des instruments méridiens et équatoriaux. Des sections d'observateurs seront ainsi formées, dirigées par des „moniteurs“ compétents.

A la suite des Elections de l'A. G. du 27 mars 1947 le Comité de la S.A.D.G. a été réélu avec les modifications suivantes:

M. le Dr Ch. Soutter a été élu Président et M. H. Barbaglini a été élu comme nouveau membre du Comité. Du M.

## Société Vaudoise d'Astronomie

Le 24 janvier, M. Petroff, ingénieur, entretint la société du Radar, cet appareil qui a si fortement contribué à la victoire des Alliés, mais qui verra ses utilisations pacifiques et astronomiques s'étendre toujours davantage. Son emploi s'imposa à la suite des succès de la chasse de nuit britannique qui abattit de nombreux bombardiers allemands et de la défaite de la flotte italienne coulée en mars 1941 à 30 km dans la nuit et le brouillard. Ce radar est constitué par un émetteur et un récepteur de radio qui utilisent des ondes très courtes. Ces ondes se réfléchissent sur un obstacle et reviennent au récepteur où elles actionnent un tube électronique. Le faisceau d'électrons trace une droite sur l'écran fluorescent. Sur cette droite des crochets indiquent le départ et le retour de l'onde. La demi longueur comprise entre deux crochets donne la distance de l'obstacle. Mais l'appareil fut adapté à de nombreux autres buts. Comme l'eau ne réfléchit pas les ondes autant que la terre, on peut, en balayant circulairement le sol, obtenir sur le récepteur une image de la région où les maisons, les falaises, etc. apparaissent comme des

points blancs sur un fond noir. Des obus munis de radar sont même capables de suivre l'avion contre lequel ils ont été tirés.

En astronomie les radars ont permis de déceler à 300 km dans l'atmosphère des essaims de météorites. Grâce à eux, pour la première fois, un signal émis par l'homme a franchi les limites de notre monde et nous est revenu après s'être réfléchi sur les déserts pierreux de la Lune.

Les auditeurs posèrent plusieurs questions témoignant de leur intérêt.

Le 28 février, *M. Javet* parla des *rayons cosmiques*.

Les physiciens, en étudiant à la chambre de Wilson l'infiniment petit atomique, ont découvert un nouvel aspect de l'Univers. En effet, il restait toujours dans cette chambre une ionisation résiduelle, que, faute de mieux, on expliquait par la présence de corps radioactifs dans le sol. En 1910, un physicien suisse eut l'idée de mesurer cette ionisation en ballon et il découvrit qu'elle augmentait quand on s'éloignait de la Terre. Ceci ne peut s'expliquer que si la haute atmosphère est bombardée par des corpuscules très rapides. Ce rayonnement cosmique primaire s'altère au contact des gaz et nous n'observons que le rayonnement secondaire produit.

Au niveau du sol, 1 cm<sup>2</sup> reçoit en moyenne 1 particule par minute. Ce nombre ne dépend ni de la position du Soleil, ni de l'orientation de la Voie Lactée. Le rayonnement ne provient donc ni de la Terre, ni du Soleil, ni des étoiles et pas non plus de la Galaxie ou des nébuleuses spirales. Il existe des rayons mous arrêtés par 10 cm de plomb et formés de photons et d'électrons positifs et négatifs. Les rayons durs, dont l'intensité n'est réduite que de moitié après passage à travers 1 m de plomb, sont formés de mésotons, particules dont la masse est de 200 à 250 fois celle de l'électron et la durée de vie très minime puisqu'elle ne dépasse guère le millionième de seconde. Ils disparaissent en donnant un électron et un neutrino, particule qui aurait la masse du mésoton et qui ne serait pas chargée, mais qui demeure purement hypothétique. Les rayons cosmiques se présentent souvent sous forme de gerbes. Le nombre de particules d'une gerbe a permis de calculer quelle devait être l'énergie du corpuscule primaire et on l'a trouvée égale à un million de milliards d'électrons-volts.

Quelle est alors l'origine de ces rayons? Leur énergie est telle qu'il faut éliminer les processus nucléaires dont les plus puissants sont loin d'être si énergiques. On a alors pensé à un phénomène continu d'accélération dans un champ électrique ou dans un champ de gravitation qui donneraient à la longue d'immenses énergies. Mais peut-être ces rayons seraient-ils des rayons fossiles, témoins de la création du monde, qui nous arriveraient du fond des âges après une ronde infinie dans l'Espace courbe.

Les auditeurs sont reconnaissants à *M. Javet* d'avoir mis si clairement au point une question difficile.

A l'assemblée générale du 21 mars, après quelques communications, *M. Freymann*, de Genève, entretint les membres du *télescope de Schmidt* dans l'espoir de convaincre l'un ou l'autre d'entre eux de construire cet appareil qui n'est ni cher, ni encombrant. Ce télescope, qui permet de photographier en un temps assez court jusqu'à 200° carrés du ciel, se prête très bien à l'observation des petites planètes, des comètes et des novae. *M. Freymann* le prouve par la projection de magnifiques clichés, où l'on peut, en effet, remarquer l'apparition d'une nova.

L'assemblée a été très sensible à l'amabilité de *M. Freymann* qui avait pris la peine de venir à Lausanne exposer avec enthousiasme un sujet qui lui est cher.

## Mitteilungen - Communications

### Spiegelschleifer-Tagung vom 11. Mai 1947 in Bern

*Beginn der Tagung:* 10 Uhr im Hotel Metropol, Waisenhausplatz, Bern.

Vorträge und Mitteilungen.

12.30 oder 13 Uhr: Mittagessen im Hotel Metropol. Menu zu Fr. 4.50 oder Fr. 5.50, je nach Anspruch. — *Nachmittags:* Besuch der Berner Sternwarte oder event. Ausflüge in die nächste Umgebung von Bern.

*Anmeldungen* für die Teilnahme an der Tagung und für das Mittagessen sind bis zum 5. Mai 1947 zu richten an: Dr. P. Thalmann, Chutzenstr. 47, Bern.

### Assemblée des Tailleurs de miroirs du 11 mai 1947 à Berne

*Ouverture de l'Assemblée:* à 10 h. à l'Hôtel Métropole, Waisenhausplatz, Berne.

Conférences et communications.

12 h. 30 ou 13 h.: Dîner à l'Hôtel Métropole. Menus à fr. 4.50 ou fr. 5.50 selon désir. — *Après-midi:* Visite de l'Observatoire de Berne ou éventuellement excursions dans la banlieue de Berne.

*Les inscriptions* pour la participation à l'assemblée et au dîner doivent être envoyées d'ici au 5 mai 1947 à: M. le Dr P. Thalmann, Chutzenstr. 47, Berne.

### Die neue Sternkarte „Sirius“

Die Mitglieder aller astronomischen Gesellschaften sowie Schulen, Kurse etc. können die Karte (deutsche Ausgabe) zum reduzierten Preise von Fr. 5.— beziehen, sofern mindestens 10 Stück zusammen durch einen Vertreter der betreffenden Gesellschaft oder Gruppe bestellt werden. Bestellungen sind zu richten an die Astronomische Gesellschaft Bern, Friedeckweg 22.

### La nouvelle Carte céleste „Sirius“

Cette carte (édition française) peut être livrée à toutes les sociétés astronomiques ainsi qu'aux écoles, cours etc. au prix réduit de fr. 6.— à condition qu'un minimum de 10 pièces soit commandé par un représentant de la société ou du groupe en question. Les commandes doivent être adressées à la Société Astronomique de Berne, Friedeckweg 22.

Ed. B.

**Miroirs** pour télescopes, taille de haute précision,  
paraboliques, plans, hyperpoliques

**Télescopes** de Newton et de Cassegrain

**Montures** Equatoriales

**Essais de Miroirs**, corrections, argenture

**Chambres de Schmidt**

Prix sur demande à **J. Freymann, ing.**

1, rue de la Fontaine, Genève      Tél. 5 28 35

Mme Mayor Alice, Ch. des Lilas, Chêne-Bourg, Gve.

## „Der Sternenhimmel 1947“

von Robert A. Naef. Kleines astronomisches Jahrbuch für Sternfreunde für jeden Tag des Jahres, herausgegeben unter dem Patronat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft. — Das Jahrbüchlein veranschaulicht in praktischer Weise den Ablauf aller Himmelserscheinungen. Der Benützer ist jederzeit ohne langes Blättern zum Beobachten bereit!

**Neue Mond-Tafel — Planeten-Ephemeriden**

**Allein der Astro-Kalender enthält über 1600 Erscheinungen Sternkarten und Illustrationen**

Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau — Erhältlich in den Buchhandlungen



**ULYSSE NARDIN**

**Chronométrie de marine  
et de poche**

**LE LOCLE**

**8 Grands Prix**