

22. COMMISSION DES METEORES, DE LA LUMIERE ZODIACALE  
ET DES PROBLEMES ANALOGUES

PRÉSIDENT: M. V. Guth.

MEMBRES: MM. Astapovich, Baldet, Barbier, Bates, Bauer, Bečvář, Bousfield, Harrison Brown, Cabannes, Ceplecha, Chapman, Cousins, Dauvillier, Davies, Dobson, Donitch, Dufay, Elvey, Fedynsky, Fesekov, Mme Flammarion, MM. Gartlein, Gauzit, Götz, Grandmontagne, Guigay, Harang, Hazaa, Hey, Hirose, Hoffmeister, Huruhata, Jacchia, J. Kaplan, Karimov, Kastler, Katasev, Kopal, La Paz, Leonard, Levin, Link, Lovell, Meinel, Millman, Nicolet, Nielsen, Nininger, Olivier, Öpik, Pearse, Mlle Helen Pettit, Plavec, Porter, Prentice, Rahman, Ramanathan, Roach, E. W. Salpeter, Störmer, Swings, Tcheng, Oswald Thomas, Vandekerkhove, Vassy, Vegard, Watson, Whipple.

22a. SOUS-COMMISSION DE LA MATIÈRE ZODIACALE ET DE LA LUMIÈRE DU  
CIEL NOCTURNE

PRÉSIDENT: M. J. Dufay.

MEMBRES: MM. Barbier, Bates, Bousfield, Cabannes, Chapman, Cousins, Dauvillier, Donitch, Elvey, Fesekov, Gartlein, Gauzit, Götz, Grandmontagne, Harang, J. Kaplan, Kastler, Link, Meinel, Nicolet, Pearse, Mlle Helen Pettit, Roach, Störmer, Swings, Tcheng, Vassy, Vegard.

22b. SOUS-COMMISSION DES CARTES STELLAIRES

PRÉSIDENT: M. P. M. Millman.

MEMBRES: MM. Bečvář, Olivier, Prentice.

PROGRESS IN RESEARCH ON METEORS AND METEORITES

The progress in meteor astronomy since the last meeting of the I.A.U. in 1952 is characterized chiefly by the further development of the observational radio-electronic and photographic methods. Both methods led to the unanimous conclusion that meteors belong to the solar system. The connexion with comets and asteroids was partially revealed (formation, age and dissolution of meteor streams). Great advance has been made in meteor physics, which developed into an important branch of the research of the high atmosphere. Further progress in meteor research is expected from the international co-operation during the International Geophysical Year 1957-58 and it is hoped to organize at that time an International Meteoric Year, which should solve some questions of a geophysical and of an astronomical character. Progress in different branches of meteor astronomy is given in the following paragraphs, following the division into sections used by Prof. Whipple in the last report.

1. *Radio Techniques.* As in previous years, the greatest advance in meteor radio-astronomy has been made at the Jodrell Bank Experimental Station of the University of Manchester. The activity of day and night meteor streams has been followed continuously and the positions and motions of the radiants, and the hourly frequencies, have been determined.

The usual technique of radio detection with a fixed aerial system has been complemented by observations of meteors with a rotating aerial system having a period (of the beam rotation) of 6 minutes. Using this system, the observers of the Jodrell Bank Station detected a fine meteor shower on 24 June 1955, probably connected with the comet Pons-Winnecke.

During the year 1953 a new technique for determination of individual meteor orbits (radiant point and velocity) has been developed. On the screens of the three receivers

spaced on the ground 4 km. apart (in the north-south and east-west direction) Davies and Gill detected three diffractive velocity patterns, which enabled them to derive not only the velocity, but also the direction of the meteor flight. During a 24-hr. period, 200–300 individual meteors, up to the 8th magnitude, were observed. Of the 400 measured meteors, only one showed a hyperbolic orbit.

Detailed studies, based on meteor physics, have been made on meteor ionization by Kaiser (*M.N.* 114, 52 and 63, 1954); on meteor heights for shower and sporadic meteors (compared with Kaiser's theory); and on the duration of long enduring trains produced by meteors. The movement of trains makes it possible to measure wind-velocity in high altitudes (Greenhow, 1952–54). Similar questions have been studied by D. W. R. McKinley and P. M. Millman (*Can. J. Phys.* 1954/54; *Contrib. from Dominion Observatory, Ottawa*, 2, no. 12 and 17).

2. *Photography.* Successful work in this field was done by the Harvard Meteor programme under the guidance of F. L. Whipple. Four Super-Schmidt Meteor Cameras have now been installed at the meteor base at New Mexico. In seventeen months more than 2000 meteors have been detected at both stations and as the cameras are provided with rotating shutters, the orbits of these meteors can be computed exactly. During June 1953 one of the Super-Schmidts was used for the detection of meteor trains. The normal meteor plates have been analysed by L. Jacchia and his staff. He derived 146 orbits which have been discussed by F. L. Whipple from the astronomical point of view.

In U.S.S.R., meteor photography has been developed especially at the Stalinabad and Ašchabad Observatories. At Stalinabad, during 1952–54, eighty meteor paths have been obtained. Heights, velocities and orbits were deduced for fifty-two meteors (*Bull. Stalinabad Astr. Obs.* no. 11, 1954; *Trudy Stalinabad Obs.* 4, 1954). E. N. Kramer suggested using, in addition to a normal fast-moving rotating shutter, a supplementary slow-moving shutter to fix the time of the meteor appearance (*Astr. Circ.* no. 135, 1935). L. A. Katasev developed a photogrammetric method for determination of the meteor masses (*A.Ž.* 29, no. 6, 1952).

A systematic programme of meteor photography in Czechoslovakia, initiated by F. Link, has been carried out since 1951. To date, sixty-one double photographs have been secured (with Ondřejov-Mezivraty and Ondřejov-Vysoký Chlumeč as base), forty of them during the periods of shower activities; and 202 additional single meteors have been detected. Before or after the exposure each plate is provided with a photometric scale based on the system of an artificial meteor (F. Link, L. Nežil, *Bull. Astr. Czech.* 4, 85, 1954). Z. Ceplecha (*B.A.C.* 5, 21, 1953; *B.A.C.* 5, 85 and 60, 1954), F. Link (*B.A.C.* 5, 56, 1954) and E. Chvojková (M.S. II Czechoslovakian Meteor Conference) developed different methods for the determination of the geocentric orbit of a photographed meteor. Z. Ceplecha (*B.A.C.* 4, 55, 1953), using Hoppe's theory, attempted to determine the density of the high atmosphere. These results were criticized by F. Link (*B.A.C.* 5, 56, 1954), who obtained, by another method, values which were in fair agreement with those obtained at Cambridge and New Mexico; the density gradient showed a small dependence on the geographic latitude. The material of 1951 and 1952 was elaborated from the astronomical point of view by M. Plavec and some of the interesting meteors (e.g. splitting of a large meteor, *B.A.C.* 4, 113, 1953) were studied by Z. Ceplecha. Some meteor paths have been photographed during the Perseid period at Skalnaté Pleso Observatory and by some of the amateur astronomers. The results of meteor photography of the period 1885–1930 have been compiled by V. Guth and published by the Czechoslovakian Academy of Sciences.

The Japanese observers Hirose and Tomita, at the Tokyo Observatory, are preparing a second photographic meteor catalogue, the observations of which were unfortunately made on a small base. A very interesting photographic programme is prepared by Dutch amateur observers. They intend in the near future to use very rapid Schmidt cameras ( $\phi$  12 cm.,  $f=10.8$ , field  $25^\circ$ ) instead of those presently in use ( $f=15$  cm., field  $20^\circ$ ). Prof. C. Störmer is preparing geocentric orbits of some double meteors of the 1946 Draconid stream.

New photographic cameras have been designed by M. Rigollet: they consist of twin-cameras, one of which rotates on its axis. E. J. Öpik constructed a vibrating camera ( $\phi$  7 cm.,  $f=20.6$  cm.); with 1000 revolutions per minute and an amplitude of  $0.5^\circ$ . Trials have shown that it may be two to four times more efficient for meteor photography than a fixed camera. E. Vandekerkhove designed an astrograph with  $180^\circ$  field diameter (*Commun. de l'Observatoire royal de Belgique*, no. 27, 1951), making it possible to register stars of the 5th magnitude. M. Volmer (*C.R. Acad. Sci.* **237**, 1065, 1953) made experiments with an apparatus for observing meteors photo-electrically. Millman's catalogue of the spectra of 120 meteors (1897–1950, *J.R.A.S. Canada*, **46**, 121) has been extended to the end of 1952 with the addition of twelve spectra (*J.R.A.S. Canada*, **47**, 217). The results show clearly that there are two sources of radiating matter, atmospheric and meteoric. Present are H I, N I, O I, Na I, Mg II, Al I, Si I, Si II, Ca I, Ca II, Cr I, Mn I, Fe I, Fe II, Ni I. Some meteor spectra have been thoroughly studied for instance by M. Bacharev (*Bull. Stalinabad Astr. Obs.* no. 2, 1952) and by A. F. Cook and P. M. Millman (*Astr. J.* **121**, 250, 1955). The presence of some atmospheric bands was confirmed by V. Bumba and B. Valniček on one of nine meteor spectra obtained during the Perseid campaign 1954 (*B.A.C.* **5**, 108, 1955).

3. *Visual observations.* Visual observations on a large scale have been carried out in Canada (see *J.R.A.S. Canada*, **46**, **47** and **48**), Czechoslovakia (*B.A.C.* **4**, **5**, **6**), Japan, the Netherlands (see *De Meteor*), South Africa, U.S.A. (Olivier) and U.S.S.R. (see *Astr. Circ.* nos. 115, 128, 132, 143 and 144). The most valuable results have been meteor frequencies and positions of radiants. V. G. Teifel discovered a stream activity radiating from Puppis (*A.C.* **138**, 1953) and M. Ch. Kadyrov published a catalogue of radiants derived from Ašchabad observations 1946 and Z. Ceplecha one from the Czechoslovakian observations (*B.A.C.*). Frequencies of sporadic meteors were published and reduced by C. Hoffmeister (*Veröff. Sonneberg*) Ceplecha and Hruška (*B.A.C.* **4**, 121, 1953).

Attention was paid to telescopic meteors too. Such study is of some importance for recognition of the structure and the age of the meteor streams. But the observations are far more affected by various observational effects. L. Kresák (*Public. Skalnaté Pleso Observatory*, vol. 1) presented a detailed theory referring to the distribution of the directions of telescopic meteors. The observations demonstrated a concentration of radiants towards the apex and ecliptic. The antihelion component found by Öpik and Bacharev is explained as an effect of selection. The yearly variations of telescopic meteors, reduced to the same apex's altitude, examined by L. Kresák and M. Kresáková-Vozárová on the basis of 4000 telescopic meteors detected at Skalnaté Pleso Observatory, are in close agreement with the variations derived by C. Hoffmeister for brighter meteors; but the variations of the telescopic meteors are far smaller than those of the naked-eye meteors. Radiants and heights for a great number of telescopic meteors have been deduced by A. M. Bacharev, O. V. Dobrovolski and V. Štěpan (*Astr. Circ.* 138, 141, 147, 149; 1953–54, *Bull. Stalinabad Astr. Obs.* no. 3, 1952; no. 8, 1953; *Izvestija A.N. Turkmenistan S.S.R.* no. 5, 1953).

To facilitate the reduction of observed frequencies to the zenith, some nomograms were constructed by A. Hruška (*B.A.C.* **5**, 87, 1954; 43, 1953) and especially by L. Kresák (*B.A.C.* **5**, 120, 1954), who published a universal nomogram for every geographical latitude and for different meteor stream velocities.

4. *Trains and Fireballs.* Thanks to very fast ( $f/0.65$ ) meteor super-Schmidt cameras, W. Liller and F. L. Whipple (Harvard reprint, 11-62) were successful in obtaining some photographs of meteor trains and their movements. Total velocities of the winds are estimated at 50–70 m./sec. The winds change rapidly with altitude, having maximum shears of 50 m./sec. per km.

Theoretical study of spreading of meteor trains and of their decrease in luminosity due to turbulent diffusion has been worked out by O. V. Dobrovolski (*Bull. Stalinabad Astr. Obs.* no. 1, 1952).

The verification of the different theories of meteor train formation (Kaiser and Clooss) has been made possible by the new radio-electric technique and forms one of the principal

programmes of the group of Jodrell Bank physicists. The results are discussed in the Manchester symposium papers.

Orbits of fireballs have been systematically followed in Austria (O. Thomas), Czechoslovakia (Guth, Kresák, Plavec), Denmark (A. V. Nielsen), U.S.A. (C. P. Olivier) and U.S.S.R. A. V. Nielsen is preparing a supplementary catalogue of fireball orbits for the well-known catalogue of von Niessl-Hoffmeister. K. A. Ljubarskij discussed in 'Meteoritika 1954' the orbits of 950 fireballs. He found some streams of these large meteors (in May: from Can. Ven.; in August: from  $\alpha$  Pegasi). O. Thomas is preparing a book on the calculation of great meteor orbits (von Niessl's method).

5. *Analysis and Theory.* Astronomical results:

*Meteor streams:* G. Guigay (*J. des Observ.* **238**, 189, 1955) deals with the dissociation of comet's nuclei. A detailed analysis of observed separation of the great comet 1947 XII shows a velocity of ejection of the order 5–13 m./sec., which corresponds well with the tidal dissolution during the passage of the comet through perihelion.

For streams of cometary origin, the ejection hypothesis proposed by Plavec (*B.A.C.* **6**, 20, 1955), postulating moderate ejection velocities (1–30 m./sec.) as the most probable process, agrees with the observed phenomena (e.g. for Leonids the ejection velocity corresponds to 1 m./sec. and for Draconids to 30 m./sec.). The change of elements is in this case small, only the change of the period is fairly perceptible, causing a rapid dispersion of meteors along the comet's orbit. With this theory as a basis, Plavec suggests (*B.A.C.* **5**, 15, 1954) that we may introduce three main classes of evolution for meteor streams: cloud (C): isolated swarm immediately after the ejection; filament (F): a very thin swarm extended along the whole orbit; and stream (S): extended swarm. According to Kresák's opinion, it is not necessary to introduce the first class, for the temporary appearance of some meteor streams is due to the deformation of a continuous ring by planetary perturbations. Kresák introduces a stability factor (function of the density gradient) as a quantity indicating the stream's permanency. He shows that the ecliptic currents have the greatest stability in comparison with the short periodic Jupiter streams, which show a very low stability (II Czechoslovakian Meteor Conference, 1954).

According to Plavec's investigation on the relation between minor planets and meteor streams, a general relation between these systems seems to be more probable than a direct generic connexion between certain pairs of an asteroid and a stream as C. Hoffmeister has suggested.

The movement of a meteor particle in the gravitational field of a planet (the Earth) has been studied by Guth, Kresák and Plavec. Guth (II Czechoslovakian Meteor Conference) paid attention to those orbits which are turned by a planet perturbation into hyperbolas and parabolas (ionization of meteor stream). Kresák (*B.A.C.* **5**, 45, 1954) derived a new criterion concerning the perturbation of the Earth on meteor streams, and Plavec and Sekanina (*B.A.C.* **5**, 32, 1953; *B.A.C.* **6**, 33, 1954) investigated the perturbations of the Lyrids stream by Saturn, which may explain the temporary minima of meteor activity. F. L. Whipple and F. W. Wright (*M.N.* **114**, 229, 1954) have shown that the average deviation from the moving mean radiant increases linearly with the spatial stream width.

Great attention has been paid to individual meteor streams. A list of twenty main streams has been made by P. M. Millman (*J.R.A.S. Canada*, **48**, 193, 1954). A detailed study of radio-electric observations of daytime streams: Arietids,  $\zeta$  Perseids,  $\beta$  Taurids, and night streams: Quadrantids, Perseids and Geminids (intensity of the stream, radiant and its movement), has been carried out by K. Bullough from 1951 to 1953 (*Jodrell Bank Annals*, vol. 1, p. 68).

Quadrantids were very abundant in 1953. P. M. Millman and D. W. R. McKinley (*J.R.A.S. Canada*, **47**, 237, 1953) deduced a velocity of 40.9 km./sec., which corresponds to a period of 7.2 years. L. Sehnal (*I.A.U. Circ.* no. 1411, 1953) computed secular perturbations due to Jupiter and has shown the stability of the node. J. Bouška (*B.A.C.* **4**, 165, 1953) discusses the connexion between the Quadrantids and the comets Tuttle I and Cosik-Peltier 1939a.



The resonance between the motion of Jupiter and the periodic comet Pons-Winnecke is the cause of the instability of the meteor ring which is connected with the comet itself (Guth, I Czechoslovakian Meteor Conference).

A detailed study by E. Ahnert-Rohlfs on the structure and age of the Perseids is of fundamental importance (*Veröff. Sonneberg*, Bd 2, H. 1, 1952). She uses differential secular perturbations, and shows that an age of 80,000 years is quite sufficient to explain the width of the Perseid stream caused by the perturbations of Jupiter. An analysis of the photographic material (115 paths) made by Wright and Whipple shows great deviations from the mean position (Harvard College Obs. 1953). L. Kresák and M. Kresáková-Vozárová have shown, with the aid of the statistical material of Perseid observations (Skalnáté Pleso, 1952), that there are no density accumulations in the Perseid stream and that the probable age of the Perseid stream, as estimated from the magnitude function, is about  $10^7$  years.

For  $\delta$  Aquarids, McKinley (*Astr. J.* 119, 519, 1954) found two streams with velocities of 41.0 km./sec. for the main stream and of 40.3 km./sec. for the smaller one. Wright-Jacchia and Whipple (*Astr. J.* 59, 400, 1954) obtained a value of 43.0 km./sec. from the photographic material, which is nearly 2 km./sec. larger than the radio determinations of Almond, Lindblad and McKinley. The stream undergoes perturbations because the perihelion lies close to the Sun and the aphelion close to Jupiter's orbit, and therefore the scatter of the positions of the radiants is rather larger than expected.

The abnormal activity of  $\gamma$  Draconids in 1952, observed visually (in the U.S.S.R. and Czechoslovakia) and radio-electrically (at the Jodrell Bank Station), was surprising. Changes of activity are due, according to Kresák, to different perturbations of Jupiter or, according to Plavec, to an unequal distribution of meteors along the orbit due to different ejection velocities. Sehnal has shown, that the secular movement of the node is small, but that there exists rather rapid movement round the line of apsides.

E. N. Cramer computed a catalogue of 280 cometary radiants for all elliptic and parabolic comet orbits discovered up to 1948 (*Izvestija Odessa Astr. Observatory*, tome III, 1953) that approach our Earth closer than 0.3 A.U. He compared with this catalogue the observations of Astapovich, Denning, McIntosh, Malcev and Sytinskaya, which have been supplemented by Astapovich with some new material not yet published (*Astr. Circ.* 1952, no. 142).

For the origin and the distribution in space of the system of meteors, the analysis of the meteor velocities determined by photography and by the radio-electric methods has the greatest significance. F. L. Whipple studied the distribution of 144 meteor orbits derived from double-station photographs (*A. J.* 59, 201, 1954). Stream associations with comets have been found for ninety-five orbits referring to twenty-one streams (one new association with comet Mellish 1917 I and one probable association with comet Lowe 1913 I). The hypothesis of an asteroidal origin for the short periodic meteor streams, seems improbable to Whipple. Other orbits belong to sporadic meteors, but their number is smaller than for the visual and radio-electric meteors. The hyperbolic velocities (fifteen in all) appear to arise from the scatter in velocity measurements, and no evidence is found for the occurrence of really hyperbolic photographic meteor orbits; 80% of the orbits are of short periods and have an inclination, like the cometary orbits of periods less than twenty-five years.

In a series of papers (*M.N.* 111/13, *J. B. reprints*, nos. 52, 58, 67 and 85) written by staff members of the Jodrell Bank Station (M. Almond J. G. Davies, A. C. B. Lovell and J. A. Clegg) in which the radio-electric observations of sporadic meteors up to the 8th magnitude are analysed, it is clearly shown that nearly 90% of the sporadic meteors must be moving in elliptic orbits with periods of about two years. The others have velocities close to the parabolic limit.

But the photographic and radio-electric results conflict with Hoffmeister's determination of the meteor system velocity based on diurnal variations and derived from visual observations, which are strictly of a hyperbolic character. After having corrected the observations for different effects (among others after introduction of the existence of

elliptic showers) C. Hoffmeister (*A.N.* **282**, 15, 1954) shows that the hyperbolic character of meteor velocities still remains valid. The author points out that attention should be paid to the fact that influence of selection differs for the radio detector and for the visual observer.

*Meteor Physics*: Prof. Hoppe (*Wiss. Zeitschrift der Univ. Jena*, Jahrgang 3/1953–54, M.N. Reihe H. 5) has supplemented his well-known theory on the physics of meteors to take into account the form of the meteor body. B. U. Levin assumes that for the radiation of meteors the following luminosity equation holds:  $L = \text{const. } M^{\alpha} v^{\nu}$ . Considering the photographic and visual observations, he determines the value of  $\alpha$  to be 0.7 and of  $\nu$  to be 3. According to this relation he computes the real mass and luminosity distribution of different meteor streams and also of the system of sporadic meteors (*Doklady A.N. S.S.S.R.* **90**, no. 4 and 5; Symposium, Manchester and Liège, 1954).

Several papers in the *Astr. J.* (Thomas, Cook, Whipple, Jacchia) deal with meteor physics based on different physical processes in connexion with the flight of meteors.

The progress of meteor physics and its connexion with the high atmosphere formed the main programme of the Manchester Symposium (July 1954).

6. *Meteoritics*. Great work has been done by the Meteoric Committee of A.N. S.S.S.R. (Academy of Sciences of the U.S.S.R.) in studying the great meteoric fall of the Sichotė-Alińskij meteorite. V. G. Fesenkov deduced its orbit, including the perturbations by the Earth, which proved important in connexion with its previous approach to the Earth. It is of an asteroidal nature (*Meteoritika* **XI**, 1954). E. L. Krinov and S. S. Fonton (*Meteoritika*, **XI**, 1954) have shown that in the crater field there were bodies of spherical as well as of edged form.

The Stalinabad Observatory (A. M. Bacharev) thoroughly studied the Murgrab crater (in the eastern part of Pamir), but its meteoritic origin was not proved (*Meteoritika*, **XI**–1954; *Doklady A.N. Tadźikistan S.S.S.R.*, no. 6, 1953; and *Astr. Circ.* no. 14, 1954).

According to the recommendation of the Dominion Observatory, the Canadian R.A.F. made a topographic survey of the great Crater at Ungava in the summer of 1953. It may be concluded that the general form of the crater profile supports the theory of its meteoric origin (P. M. Millman, *J.R.A.S. Canada*, 1953).

The most important research of H. H. Nininger has been the discovery and study of impactite at the Arizona Meteor Crater. F. C. Leonard, P. W. Healy and L. La Paz have written a paper: On the Identification of Terrestrial Meteorite Craters (*J.R.A.S. Canada*, **47**, 160, 1953). Two criteria are of great importance: the discovery of remainders in the neighbourhood of the crater and the direct observation of the fall of great meteors.

The Academy of Sciences of the U.S.S.R. published an important monograph by A. N. Zavarickij and L. G. Kvaša on the structure and mineral composition of ninety-eight meteorites belonging to the Academy of Sciences of U.S.S.R.

P. M. Millman constructed a chart of Canadian meteorites with a list of twenty-three falls (*J.R.A.S. Canada*, **47**, 29 and 92, 162) and the same has been done by S. Kanda (*Univ. Yokohama*, **2**, 97, 1952) for meteorites of Japan, Korea and China.

F. C. Leonard introduced 'co-ordinate number' for meteoritic falls and worked out a catalogue of co-ordinate numbers. He developed 'a simplified classification' of meteorites. A catalogue of the Vatican Meteoritic Collection (about 440 falls) is in the Press. E. N. Krinov introduced a classification of the melted cores of meteorites (*Doklady A.N. S.S.S.R.* **92**, no. 3, 1953).

*Composition of meteorites*: B. U. Levin, in collaboration with S. V. Kozlovská and with A. G. Štarkovoj, has constructed a table of the mean composition of meteorites. N. N. Sytinskaya has determined the albedo of eighty-three meteorites (mean albedo: 0.17) and the albedo of the melted cores of seventy meteorites (mean albedo: 0.05). The mean colour index was fixed at the value +0.10 (*Astr. Circ.* no. 136, 1953). Salpeter determined the content of chlorine in stone meteorites by spectroscopy (*Ricerche Spettroscopiche Vatican* **2**, 2).

The determination of age by the argon method was studied in detail by E. K. Gerling

and K. G. Rik (*Meteoritika*, x, 1952 and xi, 1954); they found that there exist two kinds of argon, i.e. one easy and one difficult to set free. E. K. Gerling and M. A. Jasčenko, using the same method, found that the tectites are so young that their cosmic origin seems doubtful (Trudy Labor. geolog. A.N. S.S.S.R. no. 2, 1953). Singer studied the influence of cosmic rays on the helium content of meteorites and the determination of the age of meteorites by the helium method.

*Meteoritic dust*: The question of the quantity of meteoritic dust in the atmosphere provoked an animated discussion. F. Link and Z. Linková have shown that the intensity of the Earth shadow observed during Moon eclipses also depends on the quantity of meteoritic dust in the atmosphere and that the intensity shows some correlation with the great meteor streams. This statement has been disproved by L. Kresák, who has shown that only very big meteor showers could have an influence on the shadow intensity. The size of the dust particles has also been discussed: according to Link they are much larger than according to Švestka (*B.A.C.* 5, 91, 1954). The question could be settled by optical measurement (photometry and polarization of the twilight sky). F. Link and I. Zacharov organized the collection of meteoritic dust in different places in Czechoslovakia. But Hoppe and Zimmermann have proved (*Naturwissensch.* no. 4, 1954) that the content of small spherical metal particles depends on the distance of the collection point from large towns and industrial centres; their cosmic origin is very improbable.

Fesenkov further developed his hypothesis that the common origin of asteroids, comets, and zodiacal light was the remains of a disintegrated planet (*Voprosy Kosmogonie* T. 1, 1952). This hypothesis was criticized by Levin who took into account the composition and the nature of the Earth and of the meteorites (*Meteoritika*, xi, 1953).

New buildings of the institute of meteoritics at the University of New-Mexico and of the meteoritic museum in Arizona have been erected.

There have been some meetings on meteoritics: there is a yearly conference in Moscow; in September 1953 one was held in Pennsylvania; and in December 1953 there was a symposium in Boston. The results of Soviet astronomers are reported in *Meteoritika* (x, 1952 and xi, 1953) and of American astronomers in *Meteoritics* (vol. 1, 1953) published by F. C. Leonard.

Meteor physics was the theme of a special symposium at Manchester in July 1954. An important book on meteors has been published by A. C. B. Lovell. In Czechoslovakia two conferences on meteors were held in the spring of 1953 and in the autumn of 1954.

#### RECOMMENDATIONS FOR COMMISSION 22 (METEORS AND METEORITES)

The following seven Soviet proposals were presented by B. U. Levin:

1. In order to determine the luminosity function of meteor streams and of sporadic meteors with the widest range in magnitude, it is recommended that simultaneous observations by naked eye, by binocular and by telescope be organized.
2. In order to establish the zenith frequencies, it is proposed to organize a systematic count of meteors in a limited area of the sky, with an altitude of more than 30° and to determine the limiting magnitude of the stars visible in the same area.
3. In connexion with the observations mentioned sub (1) and (2), it is recommended that the method of double counting be used in order to obtain individual coefficients for the faint meteors as observed by different observers.
4. It seems to be especially useful to connect these observations with radio observations of meteor frequencies and of their distribution according to mass.
5. To study the luminosity function of the very bright meteors, it is recommended that observations of meteors be made at places where the atmosphere is transparent near the horizon. The coefficient of the atmospheric transparency should be determined.
6. To determine the space density of meteors, it is recommended to organize systematic visual, photographic and radio-electric observations of individual radiants of sporadic meteors and of weak meteor showers. Such observations require an equal distribution of observations, during the whole year as well as during the day.

7. The attention of meteor observers is drawn to the ambiguity in photometric estimates of visual magnitudes of meteors. It would be very instructive to carry out some experiments with artificial meteors.

Other proposals were:

8. A. V. Nielsen recommends that the dependence between luminous night clouds and cosmic dust coming from space be studied. It would be interesting to investigate the occurrence of these clouds and the simultaneous number of micrometeorites.

9. Carl Störmer proposed a systematic study of whether the meteor trains shining against the dark sky for a period of fifteen minutes or more are situated in the sunlit part of the atmosphere (e.g. this happened in two cases observed by Prof. Störmer in 1935, 24–28 March; and in 1946, 10–11 October).

10. F. C. Leonard proposed to organize a Sub-commission on *Fallen Meteorites* as a part of Commission 22.

11. Czechoslovakian astronomers propose to organize an International Meteoric Year during the International Geophysical Year 1957–58 to investigate astronomical as well as physical problems.

12. V. Guth proposes to publish an international bulletin of meteor astronomy, to publish information on progress in different countries and to promote international co-operation.

V. GUTH

*President of the Commission*

## 22a. SOUS-COMMISSION DE LA MATIÈRE ZODIACALE ET DE LA LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE

### SPECTRE D'ÉMISSION NOCTURNE DE LA HAUTE ATMOSPHERE

Depuis l'Assemblée générale de Rome (1952), plusieurs monographies relatives aux spectres du ciel nocturne et des aurores ont été éditées.\* La mise au point de Swings, écrite en 1948, a été remise à jour et complétée, avec la collaboration de A. B. Meinel (1952).<sup>(1)</sup> Un travail d'une importance comparable a été publié plus récemment par J. W. Chamberlain et A. B. Meinel<sup>(2)</sup> (1954). D'autre part les comptes-rendus des conférences internationales tenues à Liège et à London (Ontario), en 1951, ont été distribuées respectivement en 1952<sup>(3)</sup> et en 1954<sup>(4)</sup>. Enfin viennent d'être imprimées les principales communications présentées en 1954 au Congrès de l'Union Géophysique Internationale, à Rome. On y trouve notamment des rapports très substantiels sur *l'Analyse du spectre du ciel nocturne* (D. Barbier)<sup>(5)</sup>, *l'Étude photoélectrique des raies brillantes* (F. E. Roach)<sup>(6)</sup> et les *Théories relatives à l'excitation de l'Airglow* (M. J. Seaton)<sup>(7)</sup>. Ces diverses publications sont accompagnées de très nombreuses références. Elles permettront d'alléger la bibliographie annexée au présent rapport.

*Région infra-rouge.* Les bandes de vibration-rotation de OH, découvertes dans le spectre du ciel nocturne par Meinel, entre 7000 et 9000 Å, ont été étudiées avec les plus grandes dispersions par Small et Petrie<sup>(8)</sup> et, plus récemment, par Chamberlain et Roesler<sup>(9)</sup>. Ces derniers, utilisant un spectrographe à réseau donnant une dispersion de 70 Å par mm., ont obtenu des clichés très détaillés. Leurs mesures s'accordent fort bien avec celles faites dans le spectre de la flamme oxy-acétylénique par R. C. Herman et C. A. Hornbeck<sup>(10)</sup> et par Déjardin, Janin et Peyron<sup>(11)</sup> (bandes 5–1 et 6–2). Il ne subsiste donc rien des différences signalées précédemment par Chamberlain et Oliver<sup>(12)</sup> entre les mesures de laboratoire et les mesures faites sur le ciel. L'analyse des branches *P* des bandes 8–3, 9–4, 5–1 et 6–2, observées dans le ciel, a permis de calculer avec précision les fréquences des origines des bandes. Un développement à 5 termes en  $(v + 1/2)$  est nécessaire pour représenter tous les niveaux, jusqu'à  $v = 9$ . Heaps et Herzberg<sup>(4, 13)</sup> ont

\* Il ne sera pas question, dans ce rapport, du spectre des aurores.



donné une première évaluation des probabilités de transition entre les divers niveaux de vibration.

Plus loin vers l'infrarouge, Krassovsky a poursuivi, en collaboration avec Lukashenia (14, 15, 16, 17, 18), ses recherches sur le spectre du ciel, au moyen d'un convertisseur d'images électronique et publié d'excellentes reproductions des clichés obtenus. Ces auteurs, de même que Shklovsky (19), à qui l'on doit une discussion détaillée, confirment, dans l'ensemble, l'identification des bandes de OH proposée par J. Dufay. Par contre, la bande 0-2 du système atmosphérique de O<sub>2</sub>, dont la présence avait été également suggérée par J. Dufay, aurait théoriquement une intensité trop faible pour pouvoir être observée (20).

Enfin, en associant une cellule photoconductrice à PbS à un spectrographe à réseau, A. V. Jones et H. Gush (21) ont observé le spectre du ciel jusqu'à 2 microns, avec un pouvoir de résolution encore modeste. Compte tenu de l'absorption par la vapeur d'eau, l'ensemble paraît s'interpréter de 1·2 à 2 microns par le système de vibration-rotation de OH. Les bandes 3-1, 4-2 et 5-3 produisent un grand maximum triple de 1·5 à 1·7  $\mu$ ; les bandes 7-4 et 8-5 un maximum double moins important de 1·2 à 1·3  $\mu$ . Mais les plus fortes bandes du système se trouvent sans doute encore plus loin vers l'infrarouge.

*Région visible* (5000-7000 Å). Les observations de Small et Petrie (22) et celles de Chamberlain et Oliver (23) confirment, avec une plus grande dispersion, le résultat de J. Cabannes, J. Dufay et M. Dufay; toutes les fortes radiations observées dans le jaune et le rouge (à part les raies atomiques de [O I] et Na I) appartiennent encore au système de Meinel de OH. Avec un nouveau spectrographe autocollimateur, L. et R. Herman (24) ont photographié la bande 6-1, autour de 6500 Å, dans le 35<sup>e</sup> ordre d'un réseau-échelette à 80 traits par mm. La dispersion de 25 Å par mm. leur permet de bien séparer les raies des branches P et des branches Q. La précision des mesures est estimée de l'ordre de 0,3 Å.

Barbier (5) considère toujours comme très probable la présence des bandes 6-0 (vers 5300 Å) et 9-2 (vers 5200 Å). Quant à la bande 7-1, partiellement superposée à la raie [O I] 5577 Å et déjà caractérisée par M. Dufay, elle apparaît bien développée sur l'agrandissement d'un cliché de Barbier (5), qui montre aussi des radiations d'origine inconnue à 5510, 5530, 6040 et 6110 Å.

*Régions bleu, violette et ultraviolette.* Toutes les recherches récentes (5, 25, 26, 27, 28) confirment la prédominance des bandes de Herzberg (système  $^3\Sigma^+u - ^3\Sigma^-g$  de O<sub>2</sub>) dans l'ultraviolet, contrairement à l'opinion soutenue par Auberger (29). Les identifications sont maintenant facilitées par les progrès des mesures de laboratoire et des travaux théoriques. Herzberg a analysé en détail la progression  $v'' = 0$ , observée en absorption (30). Broida et Gaydon ont réussi pour la première fois à exciter le système en émission dans la postluminescence de l'oxygène (31). Ce travail les a conduit à augmenter d'une unité les  $v'$  de Herzberg. Enfin Miss Pillow (32, 33) a calculé les probabilités relatives des transitions dans les deux systèmes de numérotation.

Avec un spectrographe à réseau (600 traits par mm.), muni d'une chambre de Schmidt à champ plan de 23 cm. de diamètre, ouverte à  $F/0\cdot8$ , Chamberlain (27) a photographié le spectre du ciel au zénith et près de l'horizon avec des poses de 75 heures. La dispersion, encore jamais atteinte, de 23 Å par mm. lui permet de résoudre en raies individuelles les bandes de Herzberg, de 3100 à 3800 Å environ et l'accord avec les prévisions basées sur l'analyse de Herzberg est total (bandes 4-4, 3-4, 7-6, 2-4, 3-5, 7-7, 2-5, 3-6, 4-7). Dans le diagramme des  $v'-v''$ , les bandes s'étendent largement de part et d'autre d'une parabole de Condon. Barbier (5) et M. et J. Dufay (28) sont arrivés indépendamment à la même conclusion. Les bandes les plus fortes appartiennent aux progressions  $v' = 4$  et  $v' = 3$ . On ne trouve plus d'identification certaine au delà de  $v' = 7$ .

Le système s'étend certainement dans les régions violette et bleue du spectre du ciel. Ainsi les plus fortes radiations observées entre 4000 et 4900 Å (par exemple 4070, 4171 et 4423 Å), attribuées précédemment au système de Vegard-Kaplan de N<sub>2</sub>, pourraient bien appartenir encore au système de Herzberg. La présence des bandes  $A^3\Sigma - X^1\Sigma$  qui paraissait certaine il y a quelques années est aujourd'hui considérée comme très

douteuse (R. W. B. Pearse<sup>(4)</sup>, Barbier<sup>(5)</sup>). Les intensités relatives des bandes et leurs contours seraient en effet très différents dans le ciel nocturne et dans les aurores, où leur présence ne fait aucun doute (Barbier et Williams<sup>(34)</sup>).

En dehors des bandes de Herzberg, le spectre du ciel montre, dans l'ultraviolet, quelques radiations dont l'origine n'est pas connue (la plus forte vers 3705 Å) et il en est de même dans le violet (4018 Å par exemple). La recherche du 2e système de Herzberg ( $^1\Sigma^-u-^3\Sigma^-g$ ) de la molécule O<sub>2</sub> et du 3e système ( $^3\Delta_u-^3\Sigma^-g$ ), découverts l'un et l'autre en absorption<sup>(35)</sup>, n'a pas donné de résultats concluants, malgré quelques coïncidences intéressantes dans le cas du 2e système<sup>(5, 28)</sup>. Le système de Broida-Gaydon<sup>(31)</sup> qui correspondrait à une transition entre le niveau supérieur de premier système de Herzberg et le niveau supérieur des bandes atmosphériques, pourrait rendre compte de quelques radiations observées dans la postluminescence de l'oxygène, mais sa présence dans le ciel demeure douteuse<sup>(5, 28)</sup>.

L'extension vers le violet du système de vibration-rotation de OH, proposée par Hunaerts et Nicolet pour expliquer certaines radiations bleues observées par J. Cabannes et J. Dufay, a été discutée à nouveau par Barbier<sup>(5)</sup>. D'après lui la présence des bandes 8-1 (vers 4900 Å), 9-1 (~4400 Å) et 8-0 (~4200 Å) est au moins douteuse; seule celle de la bande 7-0 (~4650 Å) pourrait être considérée comme assez probable.

Pour trancher la question et s'assurer de la présence ou de l'absence des bandes de Vegard-Kaplan, il serait extrêmement utile de reprendre l'étude du spectre du ciel entre 4000 et 5000 Å, avec une dispersion beaucoup plus grande que celle utilisée autrefois par J. Cabannes et J. Dufay.

Quant à la présence habituelle ou fréquente des bandes de N<sub>2</sub><sup>+</sup>, suggérée il y a 20 ans par ces auteurs, elle est aujourd'hui bien confirmée. M. Dufay<sup>(36)</sup> a constaté en effet que la bande 3913 Å se trouvait renforcée pendant la nuit lorsque la bande 0-0 de N<sub>2</sub><sup>+</sup> était intense au crépuscule précédent. Une radiation plus faible, observée dans les mêmes conditions à 3578 Å, correspondrait à la bande 1-0; une autre, à 4278 Å, à la bande 0-1. Meinel<sup>(37)</sup> et Barbier<sup>(5)</sup> sont parvenus indépendamment à la même conclusion.

*Raies atomiques.* Avec des étalons interférentiels à couches multiples, J. Cabannes et J. Dufay<sup>(38, 39)</sup> ont mesuré les longueurs d'onde des raies  $^3P_2-^1D_2$  et  $^3P_1-^1D_2$  de [OI], tant au crépuscule que pendant la nuit. Quinze mesures faites dans des conditions variées (trois ordres d'interférence différents entre 10,000 et 15,000; plusieurs raies de comparaison) ont donné les valeurs moyennes ci-dessous:

$$^3P_2-^1D_2: \lambda = 6300.308 \text{ \AA}, \quad ^3P_1-^1D_2: \lambda = 6363.790 \text{ \AA},$$

avec, comme écarts quadratiques moyens  $\pm 0.0040$  et  $\pm 0.0045$  Å. Les résultats paraissent donc exacts à  $\pm 0.002$  Å près. Pour la première raie, Vegard (1940) avait trouvé sur les aurores  $6300.303 \pm 0.010$  Å. On ne disposait encore d'aucune mesure précise dans le cas de la transition  $^3P_1-^1D_2$ .

Les observations sont actuellement poursuivies dans des ordres d'interférence plus élevés, en vue d'évaluer la largeur des raies. Celles-ci sont très fines, car des anneaux ont déjà été photographiés avec un ordre d'interférence voisin de 159,000<sup>(38, 39)</sup>.

Dans un but analogue, D. Q. Wark et J. M. Stone<sup>(40, 41)</sup> ont comparé avec un ordre d'interférence voisin de 42,000, le profil de la raie [OI] 5577 Å au profil connu de la raie 5461 Å Hg<sup>98</sup>. Suivant qu'on attribue à la raie 5577 Å un profil de Gauss ou un profil de résonance (et la réalité est sans doute intermédiaire), on trouve comme largeur, à intensité moitié, 0.0148 ou 0.0125 Å. Les températures correspondantes seraient respectivement 231°K. et 155°K.

## LE SPECTRE CONTINU

Au spectre d'émission discontinue de la haute atmosphère se superpose toujours un spectre continu dont l'origine est probablement complexe. On y a reconnu depuis plus de 30 ans un certain nombre de raies de Fraunhofer, preuve que la lumière stellaire et, dans une certaine mesure, la lumière zodiacale interviennent pour une part notable. Ce spectre s'affaiblit beaucoup au dessous de 3900 Å, comme le spectre solaire lui-même.

Intense dans le bleu et dans la région visible, il semble à nouveau plus faible au delà de 7600 Å, mais cette apparence résulte peut-être de la grande intensité des bandes de OH.

Meinel<sup>(37)</sup> a insisté sur l'importance dans le bleu du spectre continu à raies d'absorption, qui lui paraît, comme à Barbier, d'un type moins avancé que le spectre solaire (F8 plutôt que G2). Poussant ce point de vue à l'extrême, Chamberlain et Oliver<sup>(42)</sup> ont exprimé l'opinion que les principales émissions de la région bleue n'existaient pas: les observateurs auraient pointé des maxima entre les raies d'absorption. Cette conclusion est évidemment excessive<sup>(5, 28)</sup>. L'intensité des bandes bleues montre une importante variation saisonnière et, suivant l'époque de l'année, le spectre d'émission se détache plus ou moins sur le fond continu. Ainsi M. Dufay et J. Dufay<sup>(28)</sup> ont constaté un affaiblissement important du spectre d'émission entre le 24 mars et le 17 avril 1949. Corrélativement les raies d'absorption sont devenues beaucoup plus apparentes en avril (bandes G et CN vers 4215, 3881 et 3871 Å, raies Ca I 4227, H<sub>β</sub>, H et K). Cette observation peut contribuer à rendre compte des opinions variées qui ont été émises sur l'intensité des raies d'absorption.

Dans la région visible au moins Barbier<sup>(5)</sup> pense toujours qu'au spectre à raies de Fraunhofer, d'origine stellaire et zodiacale, se superpose un spectre continu sans raies d'absorption, émis dans la haute atmosphère. Cette opinion s'appuie sur d'anciennes observations de J. Dufay et Tcheng Mao-Lin et surtout sur les mesures photoélectriques de Barbier, Dufay et Williams. Faut-il y voir un résidu nocturne de l'intense lumière observée pendant le jour 'day airglow' au dessus de 40 km. d'altitude, au moyen des fusées? L'intensité de celle-ci atteindrait 3 centièmes de la brillance du ciel au sol<sup>(43)</sup>.

#### VARIATIONS D'INTENSITÉ

L'étude des variations d'intensité des raies brillantes du ciel (5577, 5893, 6300 Å) a été poursuivie d'une manière systématique à Cactus Peak (Californie,  $\phi = 36^{\circ} 05' N.$ ,  $L = 7^h 51^m W.$ ) et à l'Observatoire de Haute Provence ( $\phi = 43^{\circ} 56' N.$ ,  $L = 0^h 23^m E.$ ) où elles ont porté également sur d'autres radiations. On trouvera dans la mise au point récente de Roach<sup>(6)</sup> la liste des nombreuses publications du groupe de Californie. Les principaux résultats de Barbier en Haute Provence, qui n'ont encore fait l'objet que de publications fragmentaires<sup>(44, 45, 46)</sup> seront discutées dans sa communication à la conférence de Belfast<sup>(47)</sup>.

Les mesures sont faites au moyen de photomultiplicateurs, en isolant approximativement les radiations étudiées avec des filtres interférentiels. Les photomètres qu'utilise le groupe Roach n'ont été que peu modifiés. Barbier se sert de deux appareils distincts. Le premier<sup>(48)</sup> mesure la brillance au zénith et dans tous les azimuts, à 15° de l'horizon; il sert surtout à l'évaluation des altitudes. Le second<sup>(49, 50)</sup>, dirigé vers le pôle nord, enregistre la brillance en 8 couleurs. Les mesures portent ainsi, non seulement sur les raies atomiques, mais aussi sur les bandes de OH ( $\lambda \geq 6700 \text{ Å}$ ), les principales bandes de Herzberg ( $\lambda \sim 3670 \text{ Å}$ ), une région bleue assez large autour de 4400 Å, comprenant des bandes d'émission, et la région  $\lambda \sim 5260 \text{ Å}$  où seule la très faible bande OH 9-2 se superpose au spectre continu.

Après deux années d'observation, Barbier constate que la raie verte, les bandes ultraviolettes, la région bleue et la région 5260 Å présentent des maxima et des minima pratiquement simultanés. Ces radiations sont *covariantes*: leurs variations diurne et annuelle sont semblables à l'amplitude près. La raie jaune et les bandes de OH ( $\lambda \geq 6700 \text{ Å}$ ) constituent d'autre part un deuxième groupe de radiations *covariantes*. Roach et ses collaborateurs<sup>(6)</sup> ne trouvent également aucune corrélation entre les raies 5577 et 5893 Å, une corrélation faible entre 5577 et 6300, enfin une corrélation forte entre 5893 et 6300 Å. Ces résultats sont conformés à ceux des observations de J. Dufay et Tcheng Mao-Lin (1940-44). Mais, selon Barbier, la raie 6300 Å, déjà caractérisée par l'amplitude des effets post- et précrépusculaires, aurait un comportement particulier. La corrélation trouvée entre 5893 et 6300 Å proviendrait de la superposition de bandes de OH aux raies rouges de [O I]. Le spectrographe à faible dispersion de J. Dufay et

Tcheng ne permettait pas en effet de les séparer et il en est de même du filtre utilisé à Cactus Peak.

Des observations simultanées à Cactus Peak et Sacramento Peak (New Mexico), à 1160 km. de distance (48 minutes en longitude), ont montré que l'intensité de la raie verte était surtout fonction du temps local (F. E. Roach, D. R. Williams, P. Saint-Amand, Helen Pettit et Weldon<sup>(51, 52)</sup>). D'autre part, en comparant les observations de Cactus Peak à celles faites en Haute Provence (J. Dufay et Tcheng), Helen Pettit, Roach, Saint-Amand et Williams<sup>(53)</sup> constatent que les courbes de variation annuelle et de variation diurne moyenne (rapportées au temps local) sont presque rigoureusement identiques dans les deux stations pour les raies 5577, 5893 et 6300 Å. Les intensités absolues des raies sont assez peu différentes en Californie et en Haute Provence<sup>(47)</sup>.

Dans cette dernière station, Berthier<sup>(54, 55, 56, 57)</sup> a étudié, par spectrophotométrie photographique, les variations d'intensité des bandes de Meinel du proche infrarouge et de la bande 0-1 du système atmosphérique de O<sub>2</sub> ( $\lambda \sim 8650$  Å). Le comportement de la bande O<sub>2</sub> rappelle beaucoup celui de la raie 5577 Å, tant par sa variation diurne que par sa variation annuelle. Faible au début de la nuit (après un renforcement irrégulier à la fin du crépuscule), la bande présente fréquemment un maximum peu après minuit ou, au moins, une intensité plus forte dans la seconde partie de la nuit. La courbe de variation annuelle, assez tourmentée, montre plusieurs maxima, dont le plus important se produit en octobre-novembre (amplitude totale entre ce maximum et le minimum d'avril  $\sim 2,35$ ). Au contraire les bandes de OH varient sensiblement comme le doublet du sodium. L'intensité diminue pendant plusieurs heures au début de la nuit; elle augmente ensuite et, suivant la saison, on observe soit un maximum plus tardif que celui de O<sub>2</sub> (hiver), soit un renforcement progressif jusqu'à l'aube (été). La variation annuelle est caractérisée par un seul maximum important en novembre. Mais l'amplitude totale est petite (rapport à peine 1,5 à 1).

Ainsi Berthier a-t-il pu annoncer, indépendamment de Barbier, la covariance de la bande O<sub>2</sub> 8650 Å et de la raie [OI] 5577 Å, des bandes de Meinel et de la raie jaune. Pour vérifier cette dernière, il a étudié simultanément la bande OH 6470 et la raie 5893 Å. Les variations observées (pendant une assez courte période) sont tout à fait semblables<sup>(58)</sup>.

Au cours de ce travail, Berthier s'est servi d'un nouveau dispositif, décrit récemment par J. Dufay, P. Berthier, M. Dufay et B. Morignat<sup>(59)</sup>, qui consiste à déplacer la plaque pendant la nuit, à vitesse constante, parallèlement aux raies du spectre, de manière à réaliser un enregistrement continu. Ce procédé a rendu également des services pour l'étude des émissions crépusculaires en augmentant la vitesse de défilement.

### EMISSIONS CRÉPUSCULAIRES

Quelques nouvelles observations ont été faites sur l'émission du doublet du sodium au crépuscule. Celles de Vegard et des collaborateurs<sup>(60)</sup>, en 1952, montrent à la fois la variation saisonnière de l'émission crépusculaire, semblable à celle de l'intensité nocturne, et la grande irrégularité du phénomène d'un jour à l'autre. La méthode 'zénith-horizon' a fourni comme altitude *supérieure* de l'émission crépusculaire 107 km. à Oslo et 104 à Tromsø, et comme épaisseur de la 'couche-écran' collée au sol 43 km. à Oslo, 34 à Tromsø. Quelques observations de Robley<sup>(61)</sup>, faites au Groënland, suggèrent pour la base de la couche lumineuse des altitudes de 70 à 80 km. Des variations de quelques kilomètres pour cette altitude de base pourraient, suivant l'auteur, expliquer les grosses variations d'intensité observées d'un jour à l'autre. Les résultats les plus intéressants proviennent des mesures faites par P. N. Mayaud et R. Robley<sup>(62)</sup> en Terre Adélie ( $\phi = 66^\circ 49'$  S.) d'avril à septembre 1951. Elles montrent en effet que l'émission crépusculaire du sodium (encore très variable d'un jour à l'autre) est particulièrement intense au milieu de l'hiver austral. La répartition des intensités pendant les 6 mois d'observation est en faveur d'une variation annuelle comparable à celle de l'hémisphère nord, mais en opposition de phase avec elle.



Au moyen d'un étalon interférentiel, Berthier<sup>(63)</sup> a mesuré le rapport des intensités des deux raies  $D$  pendant quelques nuits d'hiver à faible degré hygrométrique. Le rapport  $D_2/D_1$  trouvé (1,98) est pratiquement égal au rapport théorique; la raie  $D_2$  n'était donc pas affaiblie par les raies 5889,643 et 5889,888 Å de la vapeur d'eau. Il serait intéressant de recommencer l'expérience par des nuits très humides. Enfin Blamont<sup>(64)</sup> a proposé, pour l'étude du sodium atmosphérique, une nouvelle méthode, très sélective, basée sur l'action d'un champ magnétique sur la vapeur de sodium contenue dans une cuve (effet Zeeman).

Des mesures faites par Berthier<sup>(65)</sup> sur l'intensité de la raie [OI] 6300 Å pendant les crépuscules du soir et du matin montrent bien la dissymétrie signalée par Elvey et Farnsworth. A l'aide des mesures matinales, Berthier détermine l'intensité de l'émission à chaque altitude. La courbe obtenue ressemble beaucoup à celle de Cabannes et Garrigue (1936), mais le maximum d'intensité se trouve un peu plus bas, entre 90 et 100 km.

M. Dufay a publié l'ensemble de ses recherches sur l'émission des bandes de  $N^+_2$  et de la raie [NI] 5199 Å au crépuscule (36). Les conditions d'observation de la raie de [NI] ont été précisées par une nouvelle série de spectrogrammes (1951-52) et l'intensité de la raie a été comparée à celle de [OI] 5577 Å. Pendant les mois d'été le rapport  $I_{5199}/I_{5577}$  peut varier de 1/40 à 1/10<sup>(36, 66)</sup>. Mais en 1954 et 1955 l'émission est toujours restée faible.

#### ALTITUDE DES ÉMISSIONS NOCTURNES

Les déterminations d'altitude faites par la méthode de Van Rhijn et publiées depuis 1952 ont donné les résultats ci-dessous:

			OH 7915		
[OI]	Na I	[OI]	8430	O <sub>2</sub>	
5577	5893	6300	8830	8665	
<i>Photométrie photoélectrique</i>					
215 km.	—	—	—	—	Barbier, J. Dufay, Williams <sup>(67, 4)</sup>
200	275	275	—	—	Roach, Pettit <sup>(3)</sup>
200	—	—	—	—	Roach, Williams, Pettit <sup>(68)</sup>
68-104	108-129	116-143	—	—	Roach, Pettit, Meinel <sup>(1, 6)</sup>
<i>Spectrophotométrie photographique</i>					
250 km.	—	—	—	—	J. Dufay, Berthier, Morignat <sup>(69)</sup>
215	—	—	—	—	J. Dufay, Tcheng <sup>(70)</sup>
170-200	180-215	250-280	—	—	J. Dufay, Tcheng <sup>(71)</sup>
—	—	—	160-180	150-200	Berthier <sup>(57)</sup>

Pour l'ensemble des radiations étudiées, de 5577 au proche infrarouge, Huruhata adopte 310 km. (mesures photoélectriques)<sup>(72)</sup>.

Les difficultés d'application de la méthode de Van Rhijn ont été clairement résumées par Roach<sup>(6)</sup>. Elles proviennent: 1°—du manque d'uniformité des couches luminescentes; 2°—de la superposition de spectre continu; 3°—de l'incertitude des corrections d'absorption et de diffusion dans la basse atmosphère.

On diminue beaucoup l'incertitude provenant de l'hétérogénéité des couches émettrices en considérant de longues séries d'observation. Les corrections d'absorption et de diffusion sont toujours faites maintenant par la méthode de Barbier<sup>(73, 74)</sup> ou au moyen des tables d'Ashburn<sup>(75)</sup>, basées sur la méthode de Chandrasekhar, qui donnent des résultats équivalents. Mais le choix des facteurs de transmission comporte une part d'arbitraire (Ashburn, <sup>(76)</sup>). Dans le Tableau précédent, Roach, H. Pettit et Meinel donnent deux valeurs de l'altitude: la plus basse est évaluée en prenant des facteurs de transmission mesurés au Mont-Wilson, la plus haute en tenant seulement compte de la diffusion moléculaire et de l'absorption par l'ozone. De même les deux valeurs indiquées pour certaines mesures spectroscopiques proviennent de l'incertitude probable sur les

facteurs de transmission. On voit que son influence est sensible, mais non pas énorme. L'affaiblissement de la lumière par la base atmosphérique intervient nécessairement, mais Barbier pense raisonnable de négliger la lumière diffusée par les grosses particules en raison de la forme très pointue de leur indicatrice de diffusion et cette opinion semble bien confirmée par de récents calculs de Seaton (77).

La principale difficulté réside sans doute dans l'élimination du spectre continu, quand on se sert d'un filtre à bande passante assez large (100 à 150 Å) ou d'un spectrographe à faible pouvoir de résolution. Pendant que J. Dufay et Tcheng remontaient l'altitude de la raie verte de 100 à près de 200 km., en corrigeant leurs anciennes mesures d'une erreur d'étalonnage (71, 72), Roach, H. Pettit et Meinel la ramenaient inversement de 200 à 100 km., en changeant la méthode d'élimination du fond continu. Ils supposent maintenant que la lumière extra-terrestre est en moyenne indépendante de la distance zénithale pour une série d'observations. Barbier (78) estime que cette hypothèse n'est pas justifiée et maintient que les mesures actuelles, faites par la méthode de Van Rhijn, ne peuvent conduire à une altitude basse pour la raie 5577 Å. Une discussion approfondie le porte à conclure que la méthode, appliquée à un grand nombre de mesures, a un sens, même si la couche lumineuse est épaisse et sans doute encore si les surfaces d'égale émission ne sont pas horizontales.

Si les irrégularités des couches lumineuses gênent l'application de la méthode de Van Rhijn il est naturel de chercher à les mettre à profit pour déterminer l'altitude en les observant simultanément de deux stations convenablement éloignées. Une première tentative a été faite, pendant deux nuits, entre Cactus Peak et le Mont Palomar (distance 317 km.), par Saint-Amand, H. Pettit, Roach, et Williams (79). Elle a donné, pour la raie verte, l'altitude 93 km., mais l'interprétation des mesures semble encore délicate et il convient d'attendre les résultats d'observations plus nombreuses. Comme le remarque Barbier (78), l'intérêt de la méthode réside dans le fait qu'elle offre la possibilité de faire porter la triangulation non sur des irrégularités mal définies de la couche, mais sur des variations d'intensité dans le temps. Dans sa discussion, Barbier indique comment on pourrait tenir compte ainsi d'un défaut d'horizontalité de la couche.

Indépendamment des mesures directes, on peut invoquer, en faveur d'une altitude élevée pour les raies rouges de [O I], l'existence d'une certaine corrélation entre l'intensité de ces raies et la fréquence critique de la région  $F_2$ . Elle a été notée par Huruata (72) et aussi par Saint-Amand (80). Dans le cas de la raie verte, ce dernier trouverait plutôt une corrélation (moins nette) avec l'altitude de la base de la région  $F_2$ .

Mais, inversement, la basse température correspondant à la finesse des raies de l'oxygène apporte un argument en faveur des altitudes basses. Seaton remarque aussi que, si toutes les transitions  $^1D-^1S$  étaient suivies de transitions  $^3P-^1D$ , le rapport des intensités  $I_{6300, 6364} / I_{5577}$  vaudrait au moins 0,88 (6), la limite inférieure n'étant valable que dans l'hypothèse peu vraisemblable où il n'y aurait aucune excitation directe au niveau  $^1D$ . Or, il est généralement plus petit et, cependant, la faible corrélation existant entre les intensités des raies vertes et rouges montre que beaucoup d'atomes doivent être excités directement au niveau  $^1D$ . Ainsi ce niveau doit être fortement dépeuplé par la désexcitation par chocs, ce qui est en faveur d'une altitude basse.

Il importe en tout cas de chercher à perfectionner les mesures directes de l'altitude. Par la méthode de Van Rhijn, l'emploi d'un spectrographe à pouvoir de résolution assez élevé évite toute difficulté du côté du spectre continu, surtout dans le cas de la raie verte (dans les expériences de J. Dufay, Berthier et Morignat (69) l'image de la fente couvrait moins de 10 Å). Il serait aussi très utile d'évaluer directement les facteurs de transmission de l'atmosphère, sur les étoiles, au cours des mesures. L'emploi de l'interféromètre Savart-Lyot, associé par Blamont et Courtès à un miroir permettant de photographier le ciel entier (81) est aussi capable de rendre service, en montrant la répartition de la brillance du zénith à l'horizon dans tous les azimuts. Il est permis d'espérer d'autre part de la méthode de triangulation des résultats plus faciles à interpréter. Enfin des mesures directes d'intensité au zénith, faites à diverses altitudes au cours d'ascensions de fusées devrait permettre de résoudre entièrement le problème.

## MÉCANISMES DES ÉMISSIONS

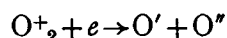
L'étude théorique des mécanismes d'excitation a fait l'objet de nombreux travaux, cités dans la mise au point récente de Seaton<sup>(6)</sup>, notamment de la part de Bates<sup>(82, 83)</sup>, Bates et Dalgarno<sup>(84)</sup>, Guinsburg<sup>(85)</sup>, de Jager<sup>(3)</sup>, Kayser et Seaton<sup>(3)</sup>, Nicolet<sup>(3, 86, 87, 88)</sup>, Roach et H. Pettit<sup>(3)</sup>, A. K. Saha<sup>(3)</sup>, Seaton<sup>(89)</sup>, Swings<sup>(90)</sup>, Wulf<sup>(91)</sup>. Il convient encore d'ajouter les publications de Krassovsky<sup>(18, 92, 93, 94)</sup>.

Du point de vue de ces mécanismes, l'altitude des couches émettrices présente une importance primordiale. Les théoriciens se heurtent à des difficultés considérables pour rendre compte d'émissions à haute altitude ( $\sim 200$  km.). On a déjà signalé que, dans ces conditions, la faiblesse du rapport entre les intensités des raies rouges et verte de [OI] semblait incompréhensible. La théorie de Bates et Nicolet relative aux bandes de OH, qui fait intervenir l'ozone, très séduisante puisqu'elle prévoit l'excitation des bandes jusqu'à  $v' = 9$  inclusivement, ne convient plus si on adopte l'altitude de Berthier (160–180 km.) au lieu de celle de Roach, H. Pettit et Williams (70 km.). Bates et Dalgarno ne voient non plus aucun moyen de rendre compte de l'émission des raies *D* à grande altitude. Quant à la suggestion de Federaro et Danahue<sup>(95)</sup>, suivant laquelle l'émission nocturne du sodium proviendrait de l'emprisonnement dans l'atmosphère de la radiation de résonance excitée du côté éclairé de la Terre, elle exigerait un trop grand nombre d'atomes de sodium pour pouvoir être retenue<sup>(6)</sup>.

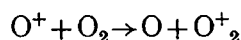
D'une manière générale on peut classer les théories en 4 groupes: (a) Libération pendant la nuit de l'énergie emmagasinée dans l'atmosphère pendant le jour par photodissociation des molécules; (b) recombinaison de particules chargées; (c) excitation par l'arrivée de particules extra-atmosphériques<sup>(85, 90)</sup>; (d) transformation en rayonnement de l'énergie cinétique de l'atmosphère (vents, turbulence) (de Jager, Roach et H. Pettit<sup>(3)</sup>, Wulf<sup>(91)</sup>).

La discussion approfondie de Seaton<sup>(6)</sup> le conduit à préférer dans l'ensemble les théories photochimiques (a). Pour la raie 5577 Å, les bandes de Herzberg, la bande O<sub>2</sub>, 0–1 (8650 Å), radiations *covariantes*, il considère comme la plus probable l'excitation par chocs triples de Chapman (1931), qui exige naturellement une altitude basse. Bates<sup>(82)</sup> a montré que, pour expliquer la présence de la seule bande 1–0 dans le système  $b^1\Sigma^+g \rightarrow X^3\Sigma^-g$ , il n'était pas nécessaire d'imaginer une excitation sélective du niveau  $v' = 0$ ; les niveaux de vibration supérieurs peuvent être dépeuplés par transfert de l'énergie de vibration à des molécules  $X^3\Sigma^-g$ . Une grande partie de l'énergie émise dans la bande 0–0 (complètement absorbée dans la basse atmosphère) peut être transformée en bande 0–1, à la suite d'une série d'absorptions et de réémissions successives. Une solution approximative du problème de transfert a été fournie par Chamberlain<sup>(96)</sup>; elle conduit, pour la bande 1–0 à une altitude effective d'environ 50 km. L'abaissement apparent de la température de rotation (150° K. suivant Meinel) pourrait résulter de la desexcitation par chocs.

Dans le cas des raies 6300–6364 Å, que les observateurs s'accordent à voir émises plus haut que la raie verte, plusieurs mécanismes sont susceptibles d'intervenir. A la réaction de Chapman, effective à basse altitude, peut se superposer, dans la région *F*, la recombinaison dissociative (b):

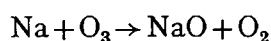
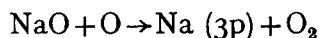


(Bates et Massey, 1946). D'après Nicolet<sup>(87)</sup> les molécules d'oxygène ionisées pourraient provenir de la réaction

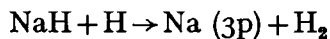


et les molécules O<sub>2</sub> atteindraient la région *F* par transport vertical. Enfin l'excitation du niveau <sup>2</sup>D par des particules extérieures (c) n'est pas totalement exclue.

Pour l'excitation du sodium, on pourrait substituer aux réactions de Chapman



les réactions proposées par Nicolet et Bates:

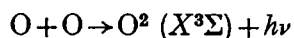


ou

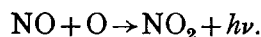


qui présentent l'avantage de ressembler à celles de la théorie de Bates et Nicolet pour l'excitation de OH (radiations *covariantes*).

Enfin Bates<sup>(82)</sup> estime que la réaction

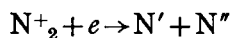


peut expliquer l'intensité du spectre continu atmosphérique de Barbier. Bates et Broida-Gaydon<sup>(31)</sup> ont proposé comme autre possibilité



On sait que cette réaction donne un spectre continu pour  $\lambda > 4000 \text{ \AA}$ , mais il est difficile d'évaluer son intensité absolue.

En ce qui concerne les émissions crépusculaires, celle du sodium est considérée comme une pure résonance optique. La résonance explique encore le renforcement des raies rouges au dessous de 120 km., mais, au-dessus, un mécanisme différent doit intervenir. L'émission des bandes de  $\text{N}^+_{2}$  peut s'expliquer par résonance optique des ions préexistants; ceux-ci seraient créés par des rayons  $X$  solaires. Mais, pour  $[\text{NI}]$  5199  $\text{\AA}$  le mécanisme de fluorescence étudié par M. Dufay<sup>(36)</sup> semble exiger une trop forte dissociation des molécules d'azote. Il n'est pas impossible de considérer la recombinaison dissociative suggérée par Bates:



qui lierait les émissions crépusculaires de  $\text{N}^+_{2}$  et de  $[\text{NI}]$ , mais la corrélation avec l'agitation magnétique, trouvée seulement dans le cas de  $\text{N}^+_{2}$ <sup>(36)</sup>, apporte une assez sérieuse objection.

#### LUMIÈRE ZODIACALE ET GEGENSCHHEIN

La lumière zodiacale a fait l'objet de mesures photoélectriques très soignées de la part de Behr et Siedentopf<sup>(97)</sup>, au Jungfraujoch, de Roach, H. Pettit, Tandberg-Hanssen et D. N. Davis à Cactus Peak<sup>(98)</sup>, de Barbier en Haute Provence<sup>(99)</sup> et de V. E. Regener à Capillo Peak (New Mexico)<sup>(100)</sup>. Ces dernières ont été faites en lumière blanche; elle se recommandent par le grand nombre des enregistrements conduisant au tracé des isophotes et la petitesse de l'aire sur laquelle portent les mesures (0.3 degré-carré). Aucune de ces observations n'a fait apparaître de déviation caractéristique de l'axe de la lumière zodiacale par rapport au plan de l'écliptique.

Grâce à l'emploi d'un polaroid tournant et d'amplificateurs spéciaux, Behr et Siedentopf, travaillant à la distance zénithale constante 70°, ont pu tracer les isophotes en bleu et en jaune, à la fois pour la brillance totale et pour la lumière polarisée. Les mesures sont corrigées de la lumière stellaire et aussi de la lumière terrestre (airglow et lumière diffusée). Les isophotes relatifs à la lumière polarisée, plus symétriques et moins allongés que ceux de la brillance totale, ressemblent à des ellipses dont le rapport des axes serait 1/2. Les isophotes du Gegenschein ont aussi été tracés.

Les nombreuses observations de Barbier, à la distance zénithale 75°, ont été faites pendant un an en lumière ultraviolette, pendant un an et demi en lumière bleue. Comme l'auteur avait particulièrement en vue de rechercher des variations possibles de la brillance d'un jour à l'autre, il s'est borné à relever, sur ses enregistrements, les valeurs de la brillance le long de l'axe. Aucune variation réelle ne lui est apparue et il estime que les variations signalées par divers auteurs doivent être illusoire. Exprimées au moyen de la même unité, ses résultats sont en étroite corrélation entre celles de Roach et ses collaborateurs.



Ceux-ci, opérant sur la longueur d'onde 5300 Å, se proposaient surtout d'étudier la loi de variation de la brillance en fonction de la distance angulaire  $\epsilon$  au Soleil. En première approximation ils trouvent une loi en  $\epsilon^{-2.4}$ . Une approximation sans doute meilleure conduirait à une légère variation de l'exposant entre  $\epsilon=30^\circ$  et  $\epsilon=100^\circ$ ; pour la région la plus proche du Soleil, il vaudrait  $-2.2$  (Regener parvient de son côté à une loi en  $\epsilon^{-2.8}$ ). Les auteurs rapprochent ce résultat de la loi en  $\epsilon^{-2.5}$  trouvée pour la composante 'F' de la couronne solaire, attribuée à la diffusion par de petites particules solides (Grotrian, Baumbach). De plus, en exprimant avec la même unité (la brillance au centre du Soleil) les mesures faites sur la lumière zodiacale et sur la couronne extérieure, ils constatent que les deux séries de points s'alignent sur une même courbe en fonction de  $\epsilon$ . La théorie proposée par Allen (1946) et par van de Hulst (1947), suivant une ancienne suggestion de Grotrian (1934), semble ainsi se trouver vérifiée.

C'est aussi au moyen de cette théorie, que Behr et Siedentopf<sup>(97)</sup> interprètent leurs résultats. Ils admettent que la matière zodiacale, prolongement de la couronne solaire, est formée comme elle d'un mélange d'électrons libres et de grains solides et que ces derniers, de rayons supérieurs à 1 micron, ne polarisent pas la lumière de manière appréciable. La polarisation de la lumière zodiacale proviendrait alors intégralement de la diffusion de la lumière par des électrons libres (solution suggérée par J. Dufay, *Thèse*, Paris, 1928, p. 163). A partir de ces hypothèses, les auteurs évaluent la densité spatiale des électrons dans le plan de l'écliptique. Ils trouvent 1000 électrons par  $\text{cm}^3$  à 0.5 unité astronomique du Soleil, 600 au voisinage de la Terre, 120 à 1.3 U.A. Whipple et Gossner étaient arrivés déjà à des nombres de cet ordre de grandeur (1949). La densité des grains solides serait constante au delà de l'orbite de Vénus et, en deçà, diminuerait vers le Soleil. Quant au Gegenschein, Behr et Siedentopf l'ont d'abord attribué à un nuage de particules situé au voisinage du centre de libration du système Soleil-Terre (hypothèse de Gylden et Moulton). Puis Siedentopf<sup>(101, 102)</sup> a abandonné cette théorie et montré que l'apparence de contre-lueur pouvait résulter de particularités de la diffusion à  $180^\circ$  du faisceau incident. Il serait ainsi analogue aux 'gloires' de l'optique météorologique. De nouveaux calculs d'Elsässer<sup>(103)</sup>, faits à partir des mêmes mesures, ont donné pour la densité des particules solides  $0.8 \cdot 10^{-15}$  par centimètre cube à 0.5 unité astronomique du Soleil et la valeur constante  $1.2 \cdot 10^{-15}$  à partir de 0.7 U.A.

Pendant van de Hulst<sup>(104)</sup> fait observer que les grains solides peuvent bien fort contribuer à la polarisation de la lumière. Mais, suivant leurs dimensions et leur nature, la proportion de lumière polarisée par eux peut varier de  $+0.15$  à  $-0.15$ . La densité des électrons libres dans l'espace interplanétaire est, par suite, incertaine. Près de la Terre le nombre d'électrons par  $\text{cm}^3$  peut être compris entre 300 et 800. Déjà Rense<sup>(105)</sup> avait interprété, il y a quelques années, la polarisation de la lumière zodiacale (anciennes mesures de J. Dufay) au moyen de la lumière diffusée par des particules météoritiques.

Karimov avait annoncé en 1950 que les raies brillantes du ciel nocturne étaient nettement plus fortes sur l'axe de la lumière zodiacale qu'à  $20^\circ$  plus au sud, à la même hauteur au dessus de l'horizon ( $15^\circ$ ), en moyenne de 36% pour 5577 Å, 44% pour 6300 Å et 100% pour 5893 Å. Mais les rapports changeaient beaucoup d'un jour à l'autre. Par rapport au ciel à  $20^\circ$  au nord de l'axe, toujours à la même hauteur, les renforcements étaient moindres: 21% pour 5577 Å, 11% pour 6300 Å et 73% pour 5893 Å.

Les mesures photoélectriques de Roach, H. Pettit, Tandberg-Hanssen et D. N. Davis<sup>(98)</sup>, faites en isolant approximativement les raies au moyen de filtres interférentiels, ne montrent au contraire aucun renforcement des raies d'émission sur la lumière zodiacale. Roach et ses collaborateurs discutent soigneusement les mesures de Karimov et montrent que si l'on considère les *différences* d'intensité des raies, au lieu de leurs *rapports*, les écarts observés peuvent être sensiblement de l'ordre des erreurs de mesure. L'auteur de ce rapport pense que les résultats de Karimov ont pu être aussi affectés par le renforcement postcrépusculaire des raies 5893 et 6300 Å. Ils sont d'ailleurs en contradiction, en ce qui concerne la raie verte, avec les mesures spectrophotométriques d'Eropkin et Kosirev (1953) et de Cabannes et J. Dufay (1935), qui étudiaient en outre les bandes d'émission 4424 et 4838 Å.

Sur le Gegenschein, Karimov ne trouve pas de renforcement appréciable du spectre continu, mais plutôt des raies d'émission (de l'ordre de 10 à 15%). Hoffmeister<sup>(106)</sup> rappelle à ce sujet qu'en photographiant à plusieurs reprises le spectre du Gegenschein en Afrique australe il n'a constaté le renforcement d'aucune bande ou raie d'émission entre 3800 et 5600 Å. La raie 5577 y semblait même plus faible que sur les régions voisines. Au contraire les raies ou bandes d'absorption G, H, K, et 3880 Å étaient plus marquées sur le Gegenschein. Hoffmeister en conclut que le spectre de celui-ci est identique au spectre solaire et il estime que les résultats de Karimov peuvent provenir d'observations faites trop près de l'horizon. Il est certainement préférable d'observer le Gegenschein près du zénith, en une station de basse latitude

Fesenkov a annoncé d'autre part la découverte d'une 'fausse lumière zodiacale', apparaissant à l'ouest, en automne, 2 heures ou 2 heures et demi avant le lever du Soleil. Le phénomène symétrique n'a pas été observé au printemps à l'est, après le coucher du Soleil. Hoffmeister<sup>(106)</sup> rapporte qu'il a souvent observé cette lueur en Afrique du Sud ( $\phi = 22^{\circ} 35' S.$ , altitude 1890 m.) mais, contrairement à l'assertion de Fesenkov, il dit l'avoir vue aussi bien à l'est au printemps, après le coucher du Soleil. Enfin R. B. Bousfield<sup>(107)</sup> rappelle qu'il a signalé le même phénomène à l'ouest, en Australie, dès 1931. Il l'a décrit sous le nom de 'Secondary maximum of the zodiacal band' (*M.N.* **94**, 829, 1934). Housman et Stratton l'ont alors rapproché du Gegenschein, Bousfield signale également qu'en deux occasions, pendant plusieurs mois suivant le minimum d'activité solaire, la bande zodiacale et la 'fausse lumière zodiacale' ont complètement disparu. Le fait est à rapprocher des observations discutées par J. Dufay (*Colloque international sur les relations entre les phénomènes solaires et géophysiques*, Lyon, 1947, p. 305) sur le renforcement apparent de la lumière zodiacale avant les minima d'activité solaire. S'il résulte, comme le pense Bousfield, d'un accroissement de l'absorption atmosphérique après les minima solaires, il pourrait aussi s'apparenter à la variation de clarté des éclipses de Lune, étudiée par Danjon.

J. DUFAY  
Président de la Commission

#### REFERENCES

- (1) In *The Atmospheres of the Planets* (G. P. Kuiper édit.), 2e édit., pp. 159-210, 1952.
- (2) In *The Earth as a Planet* (G. P. Kuiper édit.), pp. 514-75, 1954.
- (3) *Mém. Soc. Roy. Sc. Liège*, série IV, **12**, fasc. 1 et 2, 1952.
- (4) *Geophysical Research Papers*, no. 30, 1954. Air Force Cambridge Research Centre.
- (5) *Ann. Geophys.* **11**, 181, 1955.
- (6) *Ibid.* **11**, 214, 1955.
- (7) *Ibid.* **11**, 232, 1955.
- (8) *Univ. Saskatchewan Phys. Dept. Sc. Rep.* no. A R 8.
- (9) *Ap. J.* **121**, 541, 1955.
- (10) *Ibid.* **118**, 214, 1953.
- (11) *Cahiers Phys.* no. 46, 3, 1953.
- (12) *Phys. Rev.* **90**, 1118, 1953.
- (13) *Zs. Ap.* **133**, 48, 1952.
- (14) V. I. Krassovsky. *Isvestia Krim. Astrofys. Obs.* **5**, 100, 1950.
- (15) V. T. Lukashenia et V. I. Krassovsky, *Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R.* **79**, 241, 1951.
- (16) V. I. Krassovsky et V. T. Lukashenia, *Ibid.* **80**, 735, 1951.
- (17) V. T. Lukashenia et V. I. Krassovsky, *Ibid.* **81**, 811, 1951.
- (18) V. I. Krassovsky. *Uspexi Fys. Nauk*, **47**, 493, 1952.
- (19) *Isvestia Krim. Astrofys. Obs.* **7**, 34, 1951.
- (20) P. A. Fraser, W. R. Jarman et R. W. Nicholls. *Ap. J.* **119**, 286, 1954.
- (21) *Nature*, **172**, 496, 1953.
- (22) *Univ. Saskatchewan Phys. Dept. Sc. Rep.* no. A F 19, 1952.
- (23) *Phys. Rev.* **90**, 118, 1953.
- (24) *C.R.* **240**, 1413, 1955.

- (25) D. Barbier, *Ibid.* **237**, 599, 1953.
- (26) J. W. Chamberlain, *Ibid.* **238**, 1329, 1954.
- (27) J. W. Chamberlain, *Ap. J.* **121**, 277, 1955.
- (28) M. et J. Dufay, *Ann. Geophys.* **11**, 209, 1955.
- (29) *J. Geophys. Res.* **58**, 231, 1953.
- (30) *Canadian J. Phys.* **30**, 185, 1952.
- (31) *Proc. Roy. Soc. A*, **222**, 191, 1954.
- (32) *Proc. Phys. Soc. A*, **66**, 733, 1953.
- (33) *Ibid.* **66**, 1064, 1953.
- (34) *J. Geophys. Res.* **55**, 301, 1950.
- (35) G. Herzberg, *Canadian J. Phys.* **31**, 657, 1953.
- (36) *Ann. Phys.* **8**, 813 = Thèse, 1953.
- (37) *Ap. J.* **118**, 200, 1953.
- (38) *C.R.* **240**, 573, 1955.
- (39) *J. Phys.* **16**, 1955 (sous presse).
- (40) *Nature*, **175**, 254, 1955.
- (41) A. J.
- (42) *Ap. J.* **118**, 197, 1953.
- (43) J. F. Bedinger, in *Rocket Exploration of the Upper Atmosphere*, p. 10, London, 1954.
- (44) *Ann. Ap.* **16**, 96, 1953.
- (45) *Ibid.* **17**, 97, 1954.
- (46) *C.R.* **238**, 770, 1954.
- (47) Manuscrit inédit.
- (48) A. Baillet, D. Barbier, F. Bosson, A. Lallemand, et J. Maguery, *Ann. Geophys.* **9**, 309, 1953.
- (49) D. Barbier, *Rev. Optique* (sous presse).
- (50) A. Baillet, *Ibid.* (sous presse).
- (51) F. E. Roach, D. R. Williams, P. Saint-Amand, H. Pettit et R. G. Weldon, *Ann. Ap.* **17**, 172, 1954.
- (52) F. E. Roach, *Proc. Nat. Acad. Sc. Wash.* **40**, 950, 1954.
- (53) *Ann. Geophys.* **10**, 326, 1954.
- (54) *C.R.* **236**, 1808, 1953.
- (55) *Ibid.* **240**, 1796, 1955.
- (56) *Ibid.* **240**, 1919, 1955.
- (57) Thèse, manuscrit inédit.
- (58) *C.R.* **238**, 263, 1954.
- (59) Congrès A.F.A.S., Caen, juillet 1955 (sous presse).
- (60) L. Vegard, G. Kvitte, A. Omholt et S. Larsen, *Geophys. Publ. Oslo*, **19**, no. 3, 1955.
- (61) *Ann. Geophys.* **10**, 41, 1954.
- (62) *Ibid.* **10**, 258, 1954.
- (63) *C.R.* **234**, 233, 1952.
- (64) *Ibid.* **237**, 1320, 1953.
- (65) *Ibid.* **236**, 1593, 1953.
- (66) *Ibid.* **236**, 2160, 1953.
- (67) *Ann. Ap.* **14**, 399, 1951.
- (68) *J. Geophys. Res.* **58**, 73, 1953.
- (69) *C.R.* **237**, 828, 1953.
- (70) *Ann. Geophys.* **10**, 1, 1954.
- (71) *Ibid.* (sous presse).
- (72) *Ann. Tokyo Astr. Obs.*, Série II, **3**, 165, 1953.
- (73) *Ann. Ap.* **15**, 247, 1952.
- (74) *Ibid.* **16**, 96, 1953.
- (75) *J. Atm. Ter. Phys.* **5**, 83, 1954.
- (76) *Ibid.* **6**, 67, 1955.
- (77) *Ann. Geophys.* (sous presse).

- (78) Ibid. (sous presse).
- (79) *J. Atm. Ter. Phys.* **6**, 189, 1955.
- (80) Communication privée.
- (81) *Ann. Geophys.* **11**, 252, 1955.
- (82) In *The Earth as a Planet* (G. P. Kuiper édit.), p. 576, 1954.
- (83) *J. Atm. Ter. Phys.* **6**, 171, 1955.
- (84) Ibid. **4**, 112, 1953.
- (85) *Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R.* **84**, 245, 1952.
- (86) *J. Atm. Ter. Phys.* **5**, 132, 1954.
- (87) *Phys. Rev.* **93**, 633, 1954.
- (88) 7e Rapport, Commission pour l'Etude des Relations entre phénomènes solaires et terrestres, p. 165, 1951.
- (89) *J. Atm. Ter. Phys.* **4**, 285 et 295, 1954.
- (90) *Scientia*, **89**, 5, 1954.
- (91) *J. Geophys. Res.* **58**, 531, 1953.
- (92) *Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R.* **77**, 395, 1951.
- (93) Ibid. **78**, 669, 1951.
- (94) Ibid. **99**, 979, 1954.
- (95) *Phys. Rev.* **91**, 1561, 1953.
- (96) *Ap. J.* **119**, 328, 1954.
- (97) *Zs. Ap.* **32**, 19, 1953.
- (98) *Ap. J.* **119**, 253, 1954.
- (99) *Mém. Soc. Roy. Sc. Liège*, **15**, 55, 1955.
- (100) Communication manuscrite.
- (101) *Mém. Soc. Roy. Sc. Liège*, **15**, 1955.
- (102) *Zs. Ap.* **36**, 240, 1955.
- (103) Ibid. **33**, 274, 1953.
- (104) *Mém. Soc. Roy. Sc. Liège*, **15**, 89, 1955.
- (105) *Ap. J.* **115**, 501, 1952.
- (106) *Mém. Soc. Roy. Sc. Liège*, **15**, 72, 1955.
- (107) Communication manuscrite.

#### *Report of Meeting.* 1 September 1955

PRESIDENT: Dr V. Guth.

SECRETARY: Dr M. Plavec.

The Draft Report was approved. The proposal by the Czechoslovakian National Committee was accepted and therefore the commission recommended to the Executive Committee that the Sub-commission 22*a* should be separated and established as an independent commission. It was decided that Commission 22 and Sub-commission 22*a* should first have a joint discussion on the zodiacal light and that after this, each commission should have a separate meeting.

The discussion on the zodiacal light was opened by Dr Dufay. The minutes of this meeting are given separately after the report of the meeting of Sub-commission 22*a*.

#### RECOMMENDATIONS FOR THE GENERAL ASSEMBLY

The chairman proposed that the recommendations to the General Assembly be discussed first.

The proposal by Prof. Leonard was accepted. It was therefore recommended to the Executive Committee that a 'Sub-commission on meteorites' be established. The name, originally proposed by Leonard, 'Sub-commission on fallen meteorites' was changed on Prof. Whipple's motion, since the term 'fallen' was considered unnecessary.



Regarding this proposition, it was decided that after the separation of Sub-commission 22a the name of Commission 22 should become 'Commission on Meteors and Meteorites'.

The proposal by the Czechoslovakian astronomers with regard to an 'International Meteor Year' on the occasion of the International Geophysical Year was accepted. Czechoslovakian astronomers were entrusted with the organization. Dr Kaiser pointed out that the most effective course would be to organize special 'Meteor Days', as proposed by Prof. Lovell in 1954 at the Symposium on Meteor Physics in Manchester.

The proposal of Dr Guth and Dr Plavec concerning publication of an International Meteor Circular was supported by Prof. Whipple and Dr Guigay and accepted by the Commission. The circular would be issued in Prague and contain abstracts of papers not yet published or otherwise practically inaccessible, reports on great fireballs over Europe, reports of meetings and of activities of amateur groups, and occasional hints for observations of meteor showers. On behalf of the board of editors, Dr Plavec asked all research workers in meteor astronomy to support this enterprise by regular contributions.

The Commission accepted Dr Plavec's offer of publication of a systematic bibliography on individual meteor streams by the Astronomical Institute of Prague.

#### RECOMMENDATIONS TO THE MEMBERS OF THE COMMISSION

The proposals by Dr Levin (nos. 1-7 in the list of the recommendations on p. 304-5), by Dr Nielsen (no. 8) and by Prof. Störmer (no. 9) were accepted and the members were asked to comply with them.

In connexion with Levin's proposal no. 7, Dr Thomas emphasized the importance of laboratory experiments with artificial meteorites and formulated, together with Prof. Whipple, the following recommendation:

The Commission emphasizes the importance of and the necessity for laboratory experimental work dealing with the problems of mass loss, luminous efficiency, and ionization efficiency. Work both on artificial meteoroids and on atomic beams should be encouraged, particularly the bringing together of theoretical and experimental investigations.

A letter by Prof. Petterson was read, which emphasized the importance of meteor dust collection, mainly in the Pacific. Prof. Whipple pointed out that extensive collections were made by Yale University, and that collections in the Antarctic were planned. Therefore no action of the commission is necessary.

An important motion was presented by Dr Kaiser: radio echo workers deduce from their observations the electron line density,  $\alpha$  ( $\text{cm}^{-1}$ ), at the reflection point of a meteor trail. The maximum line density along a trail ( $\alpha$  max) therefore plays a role in radio work similar to the luminosity in visual and photographic studies. Dr Kaiser therefore proposed that in order to facilitate intercomparison of observations, we

(1) adopt a definition of radio magnitude  $m_R$

$$m_R = 35 - 2.5 \log_{10} (\alpha \text{ max})$$

and

(2) that the quantity  $(m_R - m_V)$ , where  $m_V$  is the visual magnitude, should be called the 'radio-index'.

The scale corresponds, within present experimental error, with visual magnitudes of Perseid meteors. An important problem for the future is the determination of the radio-index as a function of meteor velocity, etc.

Whipple supported Kaiser's proposal and it was he who suggested the term 'radio-index'. Öpik pointed out that the constants of the equation defining  $m_R$  are variable; the absolute term would be about 32 for fast meteors and 35-36 for slow ones. Öpik therefore disagreed with Kaiser's proposal. The majority of the commission, fully realizing that the form of the equation for  $m_R$  is only preliminary, agreed nevertheless that Kaiser's idea was useful and accepted the proposal.

## REPORTS ON PROGRESS IN METEOR ASTRONOMY

Prof. Whipple presented some interesting ideas on meteor masses and densities. Van de Hulst's theory of the zodiacal light requires the total meteor mass falling upon the Earth to be about  $10^4$  times greater than the value obtained from meteor observations. Whipple believes that the discrepancy may be removed by increasing the mass of the meteors and reducing their density. Whipple suggests that the mass of a  $O^m$  meteor at a velocity of 26 km./sec. may be as high as 20g., while the density of the meteor bodies may be as low as  $0.05 \text{ g. cm.}^{-3}$

The phenomenon of Gegenschein may be explained, according to Whipple, in terms of reflection of sunlight in a thick layer of interplanetary particles, observed at opposition. He demonstrated his hypothesis by motion pictures showing the light spot of a 'light shadow' of an aircraft observed from an airplane.

Dr Guigay reported on his investigations of the splitting up of the nucleus of comet 1947 XII. Using three independent methods of computation, he found a division velocity of the order of about 15 m./sec. He believes that the division of the nucleus might have been due to tidal forces. Dr Plavec remarked that an ejection theory holds equally well and that the division velocities found by Dr Guigay are very much of the order suggested by Whipple in his icy-conglomerate comet model; moreover, they agree well with Plavec's estimates of the ejection velocities of meteor streams.

### *Sous-commission 22a. Réunion du 1 septembre 1955*

PRESIDENT: Prof. J. Dufay.

SECRETARY: Dr M. J. Seaton.

Brief reports were given on the following new results:

(1) J. Dufay reported on recent wave-length measurements of the  $[O I]$  red lines made at Haute Provence Observatory, in co-operation with Prof. J. Cabannes.

(2) F. E. Roach discussed the determination of airglow emission heights by the Van Rhijn method, with particular emphasis on the relation between errors in the observed intensity ratios and the corresponding errors in the calculated heights.

(3) Helen B. Pettit reported on work carried out in co-operation with E. Manning on the nightglow green line emission, using narrow band-pass filters.

These communications will be published in the Proceedings of the International Airglow and Auroral Conference at Belfast.

### *Resolutions*

The following resolutions were moved and adopted:

*Resolution 1* (moved by P. Swings):

The Commission recommend that intensity measurements of the night sky radiations enabling emission heights to be determined should be carried out using balloons, rockets and artificial satellites, particularly during the International Geophysical year.

*Resolution 2* (moved by F. E. Roach):

(1) It is recommended that observers of the aurora and the airglow use as unit of intensity  $4\pi B$ , where  $B$  is the surface brightness in photons per  $\text{cm.}^2$ , per second and per steradian.

(2) It is further recommended that a new unit, the *rayleigh* (symbol  $R$ ) be defined by:

$$1 R = 10^6 \text{ photons/cm.}^2 \cdot \text{second} \cdot \text{column.}$$

When the radiation is emitted isotropically and there is no self absorption,  $4\pi B$  is equal to the number of photons emitted per second from a one square centimetre column along the line of sight.

PRÉSIDENT: Prof. J. Dufay.

SECRÉTAIRE: Dr M. Plavec.

*Communication du Dr Victor E. Regener:*

Recording of the Zodiacal Light (présentée par J. Dufay).

A series of forty-seven photo-electric recordings of the zodiacal light in the form of isophote maps has been obtained for twenty-four nights from March 1953 until May 1954, at Capillo Peak Observatory (latitude  $34^{\circ} 42'$  N., longitude  $106^{\circ} 24'$  W., elevation 9200 feet).

The programme consisted of accurate mapping of zodiacal-light isophotes of white light, not separated into polarized and unpolarized components. In comparison with previous photometric studies (Elvey and Roach, *Ap. J.* **85**, 213, 1937; Huruhata, *Astr. Soc. Jap.* **2**, 156, 1951; Behr and Siedentopf, *Zs. Ap.* **32**, 19, 1953; Roach *et al.* *Ap. J.* **119**, 253, 1954) of the zodiacal light, the present work is characterized by high geometric resolution (better than  $0.3$  square degree) and by a larger number of recordings.

Portions of the sky are automatically scanned with a reflector at whose focus a photomultiplier tube is mounted, and the output of the phototube during the scanning operation is recorded in the form of a map in equatorial co-ordinates.

The reflector is a war-surplus searchlight mirror of diameter 60 in. and a focal length 26 in. It is equatorially mounted and it is made to scan the sky in right ascension from positions below the eastern horizon to positions below the western horizon, and back. At the turning points, the declination setting is changed by two degrees.

In synchronism with the reflector, a lens of short focal length is made to move in a vertical plane in front of a film of size  $5 \times 5$  in. This lens forms a small image of an oscilloscope screen. The pattern shown on the screen is dependent upon the intensity received by the phototube. There are, in all, eighteen possible patterns, each representative of a chosen intensity range of the night sky. Since the vertical position of the lens represents the declination setting of the reflector and since, similarly, the horizontal position of the lens represents the right-ascension setting of the reflector, a map of the sky is obtained which allows the immediate plotting of uncorrected isophotes for purposes of general orientation. Each map is recorded in about 20 minutes and it shows a band of width  $46^{\circ}$  in declination. The Cartesian equatorial co-ordinates of such a map can be converted quickly into horizontal and ecliptic co-ordinates by projecting grids of these systems optically upon the map.

For purposes of evaluation, intensities of the sky background are first subtracted from all intensity readings. This background is determined for each map as a function of elevation angle in a region of the sky which lies as far as possible away from the Milky Way and from the ecliptic. Then a theoretical extinction correction due to molecular scattering and due to absorption in atmospheric ozone is applied. This correction is obtained by computing the average theoretical response of the equipment in wavelength intervals of  $250 \text{ \AA}$  at various elevation angles, and by adding the contributions from all these intervals over the whole spectrum. This theoretical response is used to convert all readings to zenithal incidence.

Most of the maps were taken under very good atmospheric conditions, so that the application of this theoretical extinction resulted in good regular isophote patterns, even very near the horizon. In the case of a few maps, an empirical additional correction was applied to account for absorption in layers of dust and haze above the observatory.

The intensity of the zodiacal light as a function of elongation  $\epsilon$  from the Sun followed the power law  $\epsilon^{-2.80}$ . This represents an average value obtained from twenty maps.

The intensity on the ecliptic at an elongation of  $60^{\circ}$  from the Sun was found to be equal

to 218 GO-stars of  $10^m$  (photographic) per square degree. This is an average value obtained from fourteen maps.

No systematic time variations of the absolute brightness of the zodiacal light on the ecliptic at an elongation of  $60^\circ$  could be detected within the two periods of a few months duration. The root-mean square deviations from the average were in the neighbourhood of 12%. Variations of this magnitude might simply be caused by anomalies in atmospheric extinction.

No systematic deviations of the axis of the cone of the zodiacal light from the ecliptic were found. The displacement was about as often to the north as it was to the south. On most of the maps, the axis falls within  $2^\circ$  from the ecliptic, at least out to an elongation of  $80^\circ$ . Such small deviations might also be due to irregularities in atmospheric extinction.

(Department of Physics, University of New Mexico, Albuquerque.)

*Communication du Rev. R. B. Bousfield:*

En plus de la communication résumée dans le rapport de la sous-commission 22a, le Rev. Bousfield a adressé une deuxième note relative à la bande zodiacale et au Gegenschein. Elle est accompagnée de deux figures qu'il est impossible de reproduire ici. La première représente, sur une carte céleste, le contour du Gegenschein et d'une large enveloppe moins lumineuse autour de celui-ci, d'après une observation faite à Stanhope (Queensland, latitude  $28^\circ$  S., altitude 3000 ft.) le 9 octobre 1931, à  $22^h 30^m$ . La seconde est un dessin colorié montrant la bande zodiacale observée à la même station le 31 juillet 1936, à  $4^h 15^m$  du matin. Voici le texte de cette communication:

Gegenschein Phenomena, in the light of recent finding by Fesekov and Astapovich, relating it to the Earth as an atmospheric tail, shining by its own, not reflected light.

The accompanying celestial chart revealed a huge, dim, but clearly bounded envelope on the night of observation, under superb atmospheric conditions. This envelope was eccentric, relative to the anti-sun, at  $\epsilon$  Pisces. Had the significance of this been noted at the time, we would have made further observations at midnight and at 1.30 a.m.

The obvious suggestion is that the eastern boundary was obscured by its tenuous nature, and should have been placed far beyond  $\mu$  Pisces, had it been clearly seen. In any case, had the envelope become centralized at midnight, by a shift over the lozenge, it would have suggested looking up the axis of a funnel which fully revealed should give the envelope an eccentric shift, east before midnight, central at midnight, and westwards after midnight. The conjecture is borne out by the great westerly fanning-out, down to the horizon, which occurs after 2.30 a.m., as shown in the picture of the Zodiacal Arch, where the western glow—renamed false Zodiacal Light—trails out till it reaches the horizon after the Galaxy has set.

Seen sufficiently early after midnight, it is a detached glow to westward, in a form which I saw first about May 1931, when it completely bewildered me, as the Gegenschein is quite invisible at midnight at the time of year. But the study of the October form of the Gegenschein, with its eccentric envelope, and the early morning form, near mid-winter, gives a reasonable explanation of the change of form that occurs, as the Gegenschein approaches the horizon. We are looking into a funnel, whose greatest depth gives a brighter lozenge. But as the funnel turns over, the envelope around the lozenge gives a fanned-out view, that exactly resembles a false zodiacal light cone in the west, superimposed over the broad arch of the Zodiacal Band itself, which is  $32^\circ$  to  $34^\circ$  wide.

*Communication du Dr F. E. Roach:*

Le Dr Roach présente les résultats de ses mesures photoélectriques du Gegenschein. Ce travail sera publié dans le compte rendu de la Conférence Internationale de Belfast (Airglow and Aurora).



*Communication du Dr F. L. Whipple (résumé):*

A. F. Cook and F. L. Whipple have determined the mass and density of a meteor whose train was multiply photographed at two stations. The downward velocity along the train was 46 m./sec., much greater than turbulent vertical components of atmospheric wind. A diffusion theory coupled with drag measures leads to a meteoric density  $\phi$  of 0.05 g./cm.<sup>3</sup> Mass and density are inversely related in the drag equation which provides a measure of  $m^{\frac{1}{2}} C^{\frac{3}{2}}$ . The resultant calculated value of meteoric masses is some two orders of magnitude greater than the earlier estimates by E. Öpik and F. G. Watson. If zodiacal cloud particles are of similar low density, van de Hulst's estimate of the mass influx from the zodiacal cloud will be reduced by two orders of magnitude. Hence these results may explain the previously existing discrepancy of 10<sup>4</sup> between these two influx estimates.

Meteoroids of such low density must necessarily be porous in structure and should give strong optical back-scattering as compared to other phase angles. Thus the existence of the Gegenschein may be a consequence of the porous structure of meteoroids giving a scattering of light in a fashion analogous to the Seeliger effect.

*Communication du Dr Donitch (résumé):*

M. Donitch a poursuivie, à Tamanrasset (Hoggar), ses observations relatives à la position du plan médian de la lumière zodiacale par rapport à l'écliptique. Elles sont faites par photographie, au moyen d'un objectif de courte longueur focale, diaphragmé à F/4, porté par un sidérostas polaire (durée des poses: 50 minutes).

La tableau ci-dessous résume l'ensemble des résultats obtenus depuis 1946, en ce qui concerne la longitude  $\lambda$  du nœud ascendant:

Période des observations	Epoque médiane	$\lambda$
23.iii.1946 au 9.iv.1947 (383 jours)	11.x.1946	110° 12'
23.ix.1947 au 8.iv.1948 (138 jours)	30.i.1948	105° 44'
29.i.1949 au 22.v.1949 (114 jours)	26.iii.1949	138° 38'
	Moyenne:	<hr/> 118° 11' 1/3

Le Dr Donitch conclut que le mouvement du nœud ascendant est oscillatoire et que l'amplitude des oscillations constatées atteint 33° en longitude. De plus la surface médiane de la lumière zodiacale ne semble pas rigoureusement plane et l'écart par rapport à un plan paraît varier d'une période à l'autre. Il en résulte que l'inclinaison de cette surface sur l'écliptique ne peut être déterminée qu'approximativement. Les valeurs obtenues sont comprises entre +1° 35' et +1° 57'. L'inclinaison, dont la valeur moyenne est +1° 45'2 est donc demeurée à peu près constante pendant les observations.