

44. Tuominen, J. On the vortices postulated in von Weizsäcker theory of the origin of the solar system. *Z. Astrophys.*, **46**, 88, 1958.
45. Urey, H. C. The early history of the solar system as indicated by meteorites. *Proc. Chemical Soc. London*, 67-78, March 1958.
46. Urey, H. C. Lines of evidence in regard to the composition of the Moon. (Proc. First Intern. Space Science Symp. Nice 1960), *Space Research I*, p. 1114. North-Holland Publ. Co. Amsterdam, 1960.
47. Urey, H. C. On the chemical evolution and densities of the planets. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **18**, 151, 1960.
48. Urey, H. C. Evidence regarding the origin of the Earth. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **26**, 1, 1962.
49. Urey, H. C. The origin of the Moon and its relationship to the origin of the solar system. in *The Moon*, IAU Symp. no 14, Academic Press, London-New York, p. 133, 1962.
50. Urey, H. C. Origin and history of the Moon. in *Physics and Astronomy of the Moon*, ed. Z. Kopal, Academic Press, London-New York, 1962. p. 481.
51. Urey, H. C. The origin and evolution of the solar system. *Space Science*, ed. D. P. Le Galley, New York, ch. IV, 123-168, 1963.
52. Whipple, F. L. Notes on comets, meteors and planetary evolution. *Publ. astr. Soc. Pacif.*, **70**, 485, 1958.
53. Wise, D. U. An origin of the Moon by rotational fission during formation of the Earth's core. *J. geophys. Res.*, **68**, 1547, 1963.

#### *Addendum*

Papers presented at the Symposium on the Origin of the Earth and Planets and published in *Voprosy Kosmogonii* [Problems of Cosmogony], **7**, 1960.

1. Jeffreys, H. Problems concerning the origin of the solar system, p. 5.
2. Ruskol, E. L. Some remarks on the protoplanet formation, p. 8.
3. Hoyle, F. On the origin of the solar nebula, p. 15.
4. Lebedinsky, A. I. On the reasons of various abundances of hydrogen in planets, p. 50.
5. Levin, B. J. On distances and masses of the planets, p. 55.
6. Safronov, B. S. Accumulation of terrestrial planets, p. 59.
7. Krat, V. A. On the process of the formation of the terrestrial planets, p. 66.
8. Urey, H. C. The origin of meteorites in relation to the origin of the solar system, p. 69.
9. Urey, H. C., Du Fresne, E. Abundances of the elements, p. 71.
10. Cameron, A. Notes on the origin of the solar system, p. 86.
11. Kuiper, G. Surface of the Moon and early development of the solar system, p. 89.
12. Whipple, F. Notes on comets, meteors, and planetary evolution, p. 91.

#### II. ÉTUDE PHYSIQUE DE LA LUNE

Quatre ouvrages de synthèse d'une importance particulière ont été publiés sur la Lune depuis 1960. Ce sont les ouvrages de A. B. Markov (1), de Z. Kopal (2), le Volume IV de l'Encyclopédie de G. P. Kuiper (3), et le Symposium UAI no. 14 (4).

##### 1. *Etude polarimétrique*

Les anciennes mesures de polarisation relevées de 1933 à 1938 par F. E. Wright ont été publiées (3). D'assez nombreuses mesures polarimétriques ont été relevées sur des petites régions de la surface lunaire à l'aide de polarimètres photoélectriques en Union Soviétique, (A. B. Markov à Leningrad, V. P. Dzhapiashvili à Abastumani, Géorgie) (4). La polarisation maximum varie en sens inverse du pouvoir réflecteur de la surface, mais les anciens cratères à fonds plats et sombres donnent une polarisation systématiquement trop faible. Le U.S. Geological Survey s'équipe d'un polarimètre visuel à franges de Lyot pour l'étude de telles anomalies (E. Shoemaker). Un polarimètre photoélectrique est à l'étude dans le même but à

l'Université de Manchester (D. Clarke sous la direction de Z. Kopal (5)). V. P. Dzhapiashvili et L. V. Xanfomaliti ont achevé à Abastumani le dispositif photoélectrique qui leur permet de reconstituer et photographier des images de la Lune en lumière polarisée, et de découvrir directement sur les clichés des régions lunaires donnant des polarisations anormales (4, 45).

La variation de la polarisation de la lumière avec la longueur d'onde est étudiée photoélectriquement à l'Observatoire McDonald à 3500 Å, 5600 Å et 9900 Å par T. Gehrels (6) et à l'Observatoire de Meudon de 5400 Å à 1·8 microns par M. Marin et A. Dollfus (non publié). Des mesures de laboratoire sont développées simultanément.

La polarisation de la lumière par le sol lunaire s'explique toujours comme provenant d'une poudre constituée de grains de toutes dimensions, entremêlés, sombres et complètement opaques même sous l'épaisseur de quelques microns. A. Dollfus a montré que cette structure poudreuse caractérise de la même façon Mercure, Ganymède, Callisto, Cérés, Vesta, Pallas, Iris et probablement tous les corps du système solaire dépourvus d'atmosphère et de dépôts superficiels de givre (7). Le calcul montre que les tensions provenant des variations thermiques sont insuffisantes pour engendrer la pulvérisation superficielle. La texture pulvérulente résulte très probablement des impacts avec les petits météores et la poussière cosmique durant les derniers milliards d'années (A. Dollfus, référence citée, et J. A. Ryan (8)).

### 2. Etude photométrique

La magnitude apparente de la pleine Lune a été remesurée photoélectriquement dans le système *UBV* par Gallouët, soit  $V = -12.75 \pm 0.01$  et  $(B-V) = +0.94$  (9).

Les courbes d'éclat des régions lunaires en fonction de l'angle de phase obtenues dans le passé par la photométrie photographique sont maintenant déterminées photoélectriquement, au Pic-du-Midi par les élèves de Z. Kopal, à Tucson et à l'Observatoire McDonald par G. P. Kuiper et T. Gehrels (4). Les mesures de T. Gehrels montrent un brusque et très rapide accroissement de la brillance au voisinage de la phase nulle, c'est-à-dire lorsque la lumière revient dans la direction de la source.

Les recherches d'interprétation par comparaison avec les échantillons minéraux au laboratoire ont été très nombreuses. A Leningrad, V. V. Sharonov et ses collaborateurs retrouvent les propriétés photométriques de la Lune sur des scories criblées de toutes dimensions. A Kharkov, N. P. Barabashev reconnaît les courbes d'éclat lunaire sur les dépôts de fragments complexes et crevassés de roches broyées. N. N. Sytinskaya et V. V. Sharonov expliquent ces structures criblées par les nombreuses explosions des petites météorites (45). Cependant les identifications précédentes ne tiennent pas compte de la nature poudreuse trouvée par la polarisation et les mesures thermiques.

E. Öpik envisage des structures rugueuses analogues aux précédentes mais recouvertes et enveloppées de poudre (10).

Aux Etats-Unis, B. Hapke, sous la direction de T. Gold, a montré expérimentalement qu'une fine poudre tamisée donne des structures très aérées dans lesquelles les grains reposent les uns sur les autres de façon complexe. Les propriétés photométriques sont exactement celles de la Lune. La théorie des ombres portées par les grains dans cet enchevêtrement rend compte de ces propriétés (11). Le dépôt polarise la lumière de la même façon que la surface lunaire.

Les recherches analogues développées à l'Université d'Arizona sous la direction de G. P. Kuiper confirment aussi qu'il n'est pas nécessaire d'envisager des surfaces rugueuses et que des dépôts de grains enchevêtrés suffisent à donner les propriétés photométriques de la Lune; les résultats laissent pressentir une structure fibreuse avec adhérence des éléments constitutifs.

### 3. Action des protons du vent solaire

La structure superficielle du sol lunaire semble fortement altérée par les impacts des protons

d'origine solaire. T. Gold a bombardé au laboratoire des poudres claires de dunité avec des flux de protons équivalant à l'exposition au Soleil pendant  $10^6$  années. La poudre s'assombrit et acquiert le pouvoir réflecteur ainsi que la couleur du sol lunaire; il y a formation d'éléments sombres tels que le  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , du carbone libre ou des métaux libres.

G. P. Kuiper a montré que la surface peut prendre une structure complexe et filamenteuse. Les laboratoires de la General Mills Inc. ont constitué de la sorte des croûtes fibreuses adhérentes (12). Leurs propriétés ont été discutées par C. R. Warren (13, 14).

#### 4. *Luminescence du sol lunaire*

Les recherches classiques de F. Link, N. A. Kozyrev et Dubois ont été développées avec plus de précision par J. F. Granger et J. Ring qui ont mesuré photoélectriquement la profondeur des raies H et K dans le spectre lunaire, à Asiago. Des variations de 3 à 10% d'un point à l'autre de la surface lunaire indiqueraient une luminescence localisée et variable sur certaines régions seulement, attribuée au rayonnement *UV* solaire, équivalant à quelques Stilbs/Watt, soit environ le dixième de nos substances terrestres les plus luminescentes (J. F. Granger (15)) Des observations analogues sont en préparation au Lunar and Planetary Laboratory de l'Université d'Arizona par G. P. Kuiper.

La luminescence par bombardement protonique, d'une autre nature, a fait l'objet d'expériences de laboratoire à l'Université de Manchester; certaines météorites enstatites achondrites donnent une luminescence appréciable dans le rouge vers  $6721 \text{ \AA}$  (C. J. Derham et J. E. Geake (16)). Des clichés de la Lune obtenus par Z. Kopal le 1er novembre 1963 à travers des filtres interférentiels isolant ce domaine spectral et un domaine voisin dénotent autour du cratère Kepler des différences d'éclat attribuables à une telle luminescence.

#### 5. *Mesures thermiques*

La découverte de l'anomalie thermique du cratère Tycho pendant les éclipses de 1960 par Shorthill et par Sinton a redonné aux mesures thermiques dans le domaine de 8 à  $14 \mu$  une importance particulière. Les perfectionnements des bolomètres permirent à R. W. Shorthill et J. M. Saari de dresser les cartes thermiques de onze régions de la pleine Lune avec une résolution d'environ  $50''$  et d'expliquer les faibles différences de température par des variations locales de la rugosité du sol (17, 18). A l'Observatoire de Crimée, un groupe de recherches a montré que certains cratères tels que Aristarchus atteignent une température moins élevée que les régions voisines (19).

Pendant l'éclipse du 5 septembre 1960, selon Shorthill et Saari (ref. citée), les cratères à auréoles Tycho, Aristarchus, Copernicus, Proclus, Kepler se sont moins refroidis que les régions voisines. Pendant l'éclipse du 26 août 1961, W. Sinton a mesuré 17 cratères et décelé de semblables anomalies. Le facteur classique  $(K\rho C)^{-1/2}$  vaut de 300 à 400 sur ces cratères au lieu de 700; il faut que la couche poudreuse soit plus mince ou localement compressée.

Explorant la partie non éclairée de la Lune au-delà du terminateur, B. C. Murray et R. L. Wildey ont déterminé la baisse de température après que le Soleil ait cessé d'éclairer le sol lunaire (20); la variation n'est pas celle d'une couche de poudre épaisse uniforme; il faut supposer des blocs épars plus conducteurs ou une poudre couvrant un socle conducteur, ou un dépôt de poudre progressivement compressé en profondeur.

Les cratères à auréoles Tycho et Copernicus confirment un refroidissement beaucoup plus lent; quelques autres régions montrent des anomalies semblables.

R. W. Shorthill (Boeing Scient. Research Lab.), R. Sternberg (University of Manchester), D. Menzel et Ingrao (Harvard College Observatory) équipent de nouveaux instruments pour améliorer les observations. T. Gold (Cornell University), prépare un programme de mesures au laboratoire dans les conditions lunaires.

6. Mesures radioélectriques

La température radioélectrique de la Lune comprend un terme constant et un terme variable avec l'angle de phase, souvent réduit à son premier harmonique, dont l'amplitude décroît avec la longueur d'onde. Voici quelques-unes des mesures recueillies récemment:

**Table 1. Observations radioélectriques**

$\lambda$	Auteurs	$T$
0.40 cm	A. G. Kisljakov (21)	$230^{\circ}\text{K} + 73^{\circ} \cos(\Omega t - 24^{\circ})$ (ensemble du disque)
2.3	N. L. Kaydanovsky, V. N. Ihsanova, G. P. Apushinsky, O. N. Shivris, (4, p. 527)	$\pm 13^{\circ}5$
3.2	K. M. Strezneva and V. S. Troitsky (4, p. 501)	$245^{\circ} + 15^{\circ}5 \cos(\Omega t - 50^{\circ})$ (centre du disque)
	V. S. Troitsky (22) and V. D. Krotikov, V. A. Porfiriev and V. S. Troitsky (23).	$210^{\circ} + 13^{\circ}5 \cos(\Omega t - 55^{\circ})$ $+ 1.7 \cos(\Omega t + 44^{\circ})$ $+ 0.5 \cos(3\Omega t + 11^{\circ})$ (ensemble du disque)
9.4 cm	W. J. Medd and N. W. Broten (24).	$220^{\circ}\text{K}$ (variation avec la phase < 5%)
9.6	V. D. Krotikov (25).	$218^{\circ} + 7^{\circ} \cos(\Omega t - 40^{\circ})$
10	V. N. Koshchenko, A. D. Kuzmin and A. E. Salomonovich (4, p. 497).	$230^{\circ}$ (variation avec la phase < $4^{\circ}5$ )
21	J. A. Waak (26).	$205^{\circ}$ (variation avec la phase < $5^{\circ}$ )
178MHz	J. E. Baldwin (27).	$233^{\circ} \pm 8^{\circ}\text{K}$ (sans variation avec la phase)

Les mesures pendant les éclipses par Castelli et Ferioli (28), Gibson (29), Tyler et Copeland (30) et Tolbert (31), ne s'accordent pas.

Utilisant la haute résolution de l'antenne de Poulkovo sur 3.2 cm, N. S. Soboleva (32, 45) a mesuré la proportion polarisée linéairement de l'émission radioélectrique au bord du limbe par suite de la réfraction et déduit une valeur de la constante diélectrique du sol lunaire comprise entre 1.5 et 1.7. Drake, aux Etats-Unis, rapporte des observations analogues qui conduisent à la valeur 2.0 pour la constante diélectrique.

A. E. Salomonivitch et ses collaborateurs (33) ont exploré la Lune sur 0.8 cm avec une résolution de 2', sur 2.0 cm avec 4', sur 3.2 cm avec 6'3; la température varie avec la latitude  $\varphi$  selon la loi  $\cos^{1/2}\varphi$ . Le facteur classique  $(K\rho C)^{-1/2}$  serait compris entre 300 et 750; la perméabilité diélectrique vaudrait 1.5; la densité moyenne de matériau 0.5 gr cm<sup>-3</sup>; ces valeurs sont confirmées par V. S. Troitsky. La densité et la conductivité thermique semblent décroître vers la surface.

V. S. Troitsky et V. D. Krotikov ont amélioré la précision des mesures absolues de température par comparaison avec des corps noirs (34, 35, 45) (Rapports Symp. Cospar, Varsovie, 1963); le terme indépendant de la phase varie de 205°K pour  $\lambda = 0.4$  cm à 237°K pour  $\lambda = 50$  cm; par suite, la gradient thermique vertical entre la surface du sol et la profondeur de 20 m serait 1.6 degré m<sup>-1</sup>; le flux thermique émis par la Lune serait 1.3.10<sup>-6</sup> cal. sec<sup>-1</sup> cm<sup>-2</sup> qui

est exactement la valeur connue pour la Terre. Le flux de chaleur spécifique (par gramme de matériau lunaire) vaudrait  $2.2 \cdot 10^{-7}$  cal.  $gr^{-1}$  et serait de 6 à 7 fois supérieur à celui de la Terre.

#### 7. *Etude des échos radar*

Des rapports généraux très complets de J. V. Evans, G. H. Pettengill, T. B. Senior, K. M. Siegel, etc . . . résument la question (2, 3, 4).

La réflexion spéculaire non dépolarisée caractérise pour  $\lambda = 70$  cm une réflectivité de 0.07 et une constante diélectrique de 2.6. Cette valeur, plus forte que celle déduite des émissions radioélectriques, provient d'une profondeur plus grande et pourrait indiquer soit une stratigraphie verticale complexe, soit un tassement progressif de la couche poudreuse. La variation de la section efficace avec la longueur d'onde confirme de telles interprétations.

La réflexion diffuse dépolarisée varie avec la distance  $\varphi$  au bord du disque comme  $\cos^{3/2}\varphi$ ; elle provient de faibles rugosités ou compressions locales de la couche à l'échelle comprise entre la longueur d'onde et la profondeur de pénétration de l'onde.

En 1961, G. H. Pettengill et J. C. Henry ont décelé sur 70 cm un écho anormal que le retard par rapport à l'écho principal et le changement de fréquence dû à la libration permet de localiser exactement à l'emplacement du cratère Tycho. Cette formation auréolée très récente était déjà singularisée par ses propriétés thermiques.

#### 8. *Cartographie de la surface lunaire*

Le Air Chart and Information Center (ACIC) de l'Armée de l'Air américaine poursuit, sous la direction de M. R. Carder, la publication des cartes de la région centrale du disque de la Lune (cartes LAC). Ce travail utilise le catalogue donnant 4510 positions de cratères à la surface de la Lune, achevé et publié sous la direction de G. P. Kuiper (D. W. G. Arthur (36)). Les altitudes relatives des reliefs lunaires sont déterminées par la mesure de la longueur des ombres portées, à l'aide des nombreuses séquences de clichés de la Lune qui continuent à être enregistrées régulièrement au Pic-du-Midi par le groupe de Z. Kopal; l'Observatoire Kwasan, au Japon, contribue à cette coopération. Enfin, les petits détails sont contrôlés directement par l'observation visuelle, par un groupe d'observateurs travaillant à l'Observatoire Lowell sous la direction de M. Cannell.

Les clichés des régions voisines du bord du disque sont photographiés à nouveau après projection sur un globe pour corriger la perspective, au Lunar and Planetary Laboratory de l'Université d'Arizona; des dessins sont effectués d'après ces documents par K. Herring et un atlas rectifié de la Lune est préparé par G. P. Kuiper, Whitaker Hartmann et Spradley, en collaboration avec le ACIC (37).

Les clichés de la face de la Lune opposée à la Terre obtenus par la sonde spatiale soviétique le 7 octobre 1959 ont été réexaminés par A. A. Mikhailov, Y. N. Lipsky, D. E. Shchegolev, A. V. Markov, etc. . . . (3, 4). Une nouvelle présentation photographique de ces clichés a été entreprise par E. A. Whitaker en composant les différentes images (38, 3).

#### 9. *Etude télescopique de la surface lunaire*

Le réflecteur de 300 cm de l'Observatoire Lick a délivré un ensemble de photographies lunaires d'une exceptionnelle qualité; la résolution atteint 600 mètres. Des images de la collection des clichés à haute résolution obtenus au Pic-du-Midi depuis 1943 ont été publiées par A. Dollfus (4); quelques premières photographies ont été réalisées avec le nouveau réflecteur de 100 cm du Pic-du-Midi; l'étude visuelle de la rugosité du sol permet un datage des formations superficielles; de très fines failles ouvertes puis refermées, et quelquefois déboîtées, sont observées.

La station d'observation du U.S. Geological Survey à Flagstaff (Arizona) effectue des observations visuelles systématiques et disposera prochainement d'un réflecteur de 75 cm.

G. P. Kuiper, D. W. G. Arthur et leurs collaborateurs ont dressé un catalogue de 200 cratères plus grands que 3·5 km sur un quart de la surface lunaire (39); des cartes des dômes, des rainures, etc. . . . ont été dressées (4). L'étude statistique des dimensions des cratères par W. K. Hartman permet l'étude des détériorations des configurations lunaires au cours du temps. Des statistiques de cratères sont également entreprises à Manchester sous la direction de Z. Kopal.

G. Fielder a développé plusieurs études tectoniques, notamment sur le Mur Droit, les stries, les rainures et les dômes.

V. G. Teifel a étudié par photométrie la répartition de la matière claire dans les auréoles et les rayons de cinq cratères; il estime que près de  $10^5$  tonnes auraient été éjectées à chacun de ces impacts, soit  $10^{11}$  cm<sup>3</sup>, représentant seulement une fraction insignifiante du volume de chaque cratère (4).

Il apparaît maintenant clairement que l'effacement des auréoles autour des cratères anciens provient de l'assombrissement du matériau par le bombardement protonique solaire.

Appliquant les méthodes de la stratigraphie, Hackman, Eggleton, et Marshall de l'U.S. Geological Survey, sous la direction de E. Shoemaker, ont effectué la cartographie géologique de certaines régions lunaires en discriminant les différentes couches superficielles rattachées à des systèmes d'ancienneté différente dénommées Imbrian, Procellarian, Erathosthenian, Copernican; ils ont étudié les variations d'épaisseur probable du dépôt projeté par le système Procellarian et proposé un datage relatif par statistique photométrique de la rugosité du sol des petits cratères (40, 2, 4).

En utilisant systématiquement les clichés lunaires corrigés de la perspective, G. P. Kuiper et W. K. Hartman ont démontré qu'une douzaine de bassins du type des mers circulaires sont entourés de plusieurs anneaux concentriques alternativement surélevés et affaissés caractérisant les répercussions tectoniques lors de la formation de ces mers (41). Mare Imbrium est entourée de structures radiales nombreuses distinctes des incisions par les projectiles secondaires, indiquant plutôt la création de failles résultant des tensions dans la croûte accompagnées souvent d'extrusion (42). Les bassins semblent avoir été formés bien avant les épanchements de lave qui les remplissent maintenant.

S'écartant des interprétations classiques, O'Keefe et A. Cameron pensent que les couches superficielles de la Lune contiennent une forte proportion de silice et de composés acides; les mers seraient constituées par un tuff de roches soudées du type ignimbrite. Les dômes, les dépressions sinueuses (telles que Schröter Vallis) seraient la manifestation d'activité ignée, du type laccolithe et nuées ardentes (43).

#### 10. *Formation des cratères*

L'origine balistique des cratères semble maintenant bien démontrée.

Une théorie de la propagation des ondes de choc a été élaborée par E. Shoemaker (1961). Elle permet notamment d'expliquer la répartition de nombreux impacts secondaires observés autour du cratère Copernicus par projection de débris lors de l'explosion initiale.

Au U.S. Geological Survey également, Shoemaker, Gault, Lugn et Moore ont étudié les impacts artificiels provoqués par des corps accélérés, et des déflagrations de charges détonnantes. Chao, Fahey, Sittler et Milton ont prouvé la formation caractéristique de deux polymorphes à haute pression de la silice, la coesite et la stishovite.

Les cratères météoritiques terrestres ont fait l'objet d'études particulièrement approfondies. R. B. Baldwin consacre un important ouvrage à cette question (44). L'encyclopédie de G. P. Kuiper constitue une mise au point fondamentale: E. L. Krinov distingue les cratères météoritiques d'explosion dont le corps percutant a été volatilisé et les cratères d'impacts dont

les fragments du météore se retrouvent dans le sol. Il étudie 11 cas de cratères ou groupes de cratères terrestres. H. H. Nininger étudie la répartition des cratères météoritiques terrestres et démontre leurs fréquentes structures en essaims groupés. C. S. Beals et ses collaborateurs, ainsi que R. S. Dietz, étudient les cratères terrestres fossiles. L'Académie des Sciences d'U.R.S.S. a publié de nouveaux détails sur l'étude géologique des grands cratères météoritiques contemporains de Tunguska tombé le 30 juin 1908 et de Sikhote-Alin formé le 12 février 1947 (E. L. Krinov). E. Shoemaker au U.S. Geological Survey a étudié en détails le 'Meteor crater', Arizona, a déterminé le mouvement des couches géologiques lors de l'impact et a montré la présence de coesite et de stishovite; les circonstances de la formation ont été précisées en grand détail. Le grand bassin de Ries, en Allemagne, est en cours d'étude.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Markov, A. B. *La Lune*, Moscou, 1960 (traduction en anglais diffusée aux U.S.A.).
2. Kopal, Z. *Physics and Astronomy of the Moon*. Academic Press, London-New York, 1962.
3. *The Moon, Meteorites and Comets* (The Solar System, Vol. IV). Editeurs G. P. Kuiper et B. Middlehurst, Univ. of Chicago Press, 1963.
4. Symp. UAI no. 14, *The Moon*. Editeurs, Z. Kopal et Z. Mikhailov. Academic Press, London-New York, 1962. Edition en russe, Moscou, 1963.
5. Clarke, D. *Astr. Contr. Univ. Manchester* III, no. 93.
6. Gehrels, T. *Appl. Optics*, 2, 67, 1963.
7. Dollfus, A. *Handbuch der Physik*, Vol. 54, p. 180. Springer Verlag, 1962.
8. Ryan, J. A. *Douglas Aircraft Eng. Pap.* no. 1294.
9. Gallouët, L. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 256, 4593, 1963.
10. Öpik, E. *Progress Astronaut. Sci.* Vol. 1, S. F. Singer, éd. North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1962. p. 219.
11. Hapke, B. *Cornell Univ. CRSR* 1963, Rep. no. 138, 139, 140, 147.
12. Kuiper, G. P. *Planet. and Space Sci.*, 11, 1257, 1963.
13. Warren, C. R. *U.S. Geolog. Survey*. Prof. Pap. 475 B, p. 148.
14. Warren, C. R. *Science*, 140, 188, 1963.
15. Granger, J. F. *Astr. Contr. Univ. Manchester* III, no. 104, 1963.
16. Derham, C. J., Geake, J. E. *Nature*, 1963.
17. Saari, J. M., Shorthill, R. W. *Boeing Sci. Res. Lab. Rep.* July 1962, Aug. 1962.
18. Saari, J. M., Shorthill, R. W. *Icarus*, 2, 115, 1963.
19. *Izv. Kryn. astrofiz. Obs.*, 30, 1963.
20. Murray, B. C., Wildey, R. L. *Astrophys. J.*, 137, 692, 1963.
21. Kisljakov, A. G. *Astr. Zu.*, 38, 561, 1961.
22. Troitsky, V. S. *Izv. Vysšikh Učebn. Zaved., Radiofizika*, 5, 602, 1962.
23. Krotikov, V. D., Profiryev, V. A., Troitsky, V. S. *Izv. Vysšikh Učebn. Zaved., Radiofizika*, 4, 1004, 1961.
24. Medd, W. J., Broten, N. W. *Planet. and Space Sci.*, 5, 307, 1961.
25. Krotikov, V. D. *Izv. Vysšikh Učebn. Zaved., Radiofizika*, 5, 604, 1962.
26. Waak, J. A. *Astr. J.*, 66, 298, 1961.
27. Baldwin, J. E. *Mon. Not. R. astr. Soc.*, 122, 513, 1961.
28. Castelli, J. P., Ferioli, C. P. *U.S. Air Force AFCRL Rep.* 62-882.
29. Gibson, J. E. *Astrophys. J.*, 133, 1072, 1961.
30. Tyler, W., Copeland, J. *Astr. J.*, 66, 56, 1961.
31. Tolbert, C. W. *Electr. Eng. Res. Lab. Univ. Texas*, Rep. no. 125, 1961.
32. Soboleva, N. S. *Astr. Zu.*, 39, 1124, 1962.
33. Salomonovitch, A. E. *Astr. Zu.*, 39, 79 et 1074, 1962.
34. Troitsky, V. S., Krotikov, V. D. *Astr. Zu.*, 39, 73, 1962.
35. Troitsky, V. S., Krotikov, V. D. *Izv. Vysšikh Učebn. Zaved., Radiofizika*, 5, 602 et 839, 1962.
36. Arthur, D. W. G. *Commun. Lunar and Planet. Lab.* (Tucson), 1, no. 11, 47, 1962.

37. Herring, A. K. *Commun. Lunar and Planet. Lab.* (Tucson), **1**, no. 4, 9 et 19, 27, 43, 154, 1962.
38. Whitaker, E. A. *Commun. Lunar and Planet. Lab.* (Tucson), **1**, no. 13, 67, 1962.
39. Arthur, D. W. G. *et al.* *Commun. Lunar and Planet. Lab.* (Tucson), **2**, no. 30, 71, 1963.
40. Hackman, R. T., Eggleton, R. E., Marshall C. H. *U.S. Geol. Survey, Astrogeol. Stud., Annu. Rep.* 1961-62, Part A.
41. Hartman, W. K., Kuiper, G. P. *Commun. Lunar and Planet. Lab.* (Tucson), **1**, no. 12, 51, 1962.
42. Hartman, W. K. *Commun. Lunar and Planet. Lab.* (Tucson), **2**, no. 24, 1, 1963.
43. O'Keefe, J. A., Cameron, W. S. *Icarus*, **1**, 271, 1962.
44. Baldwin, R. B. *The measure of the Moon.* Univ. of Chicago Press, 1963.
45. Fourth Intern. Space Sci. Symp., Varsovie, 1963. *Space Res. IV* (sous presse).

### III. OBSERVATION PHYSIQUE DES PLANÈTES

Un colloque international sur 'La Physique des Planètes' s'est tenu à Liège (Belgique) du 9 au 11 juillet 1962 (1).

Les deux Centres de Documentation Photographique sur les planètes de l'UAI sont organisés à l'Observatoire de Meudon (France) et au Lowell Observatory (U.S.A.). Le Centre de Meudon possède déjà 4000 clichés de Mercure, Vénus, Saturne et plus spécialement Mars et Jupiter, reproduits généralement à l'échelle de 1' par mm, classés et consultables. Le Centre de Lowell a publié l'ouvrage 'Mars' de E. C. Slipher reproduisant plusieurs centaines de clichés de la planète Mars, accompagnés d'une étude approfondie et prépare un ouvrage semblable sur les autres planètes. La création et la constitution de ces Centres seront exposées dans les rapports du Comité 16c devant la Commission, au Congrès de Hambourg, rapports qui figureront au procès-verbal de ces réunions.

C. Tombaugh et B. Smith préparent un atlas de très nombreuses photographies de Vénus en ultra-violet.

La présente Commission a organisé des campagnes d'observation par coopération d'Observatoires répartis sous différentes longitudes, sur Mercure (mesures du diamètre lors du passage devant le disque solaire), sur Vénus (évolution des taches en ultra-violet et circulation atmosphérique), sur Mars (mesures polarimétriques, étude des nuages et de leur déplacement) sur Saturne (durée de rotation lors de l'apparition des taches à la surface).

Les résultats de ces coopérations, ainsi que les travaux effectués sur les documents des Centres Photographiques, sont reportés ci-dessous pour chaque planète.

### BIBLIOGRAPHIE

1. Coll. Intern. Astrophys. Liège, 1962, *La Physique des Planètes.* Publ. Inst. Astrophys., Cointe-Sclessin, 1963.

### TRAVAUX SPECTROSCOPIQUES AU LABORATOIRE

Le Professeur G. Herzberg a préparé pour ce Rapport un mémoire dont voici les principaux extraits:

'Rank and his collaborators (1, 2) have initiated a very detailed study of the quadrupole spectrum of molecular hydrogen which is of great interest to the study of the outer planets. They have measured the absolute intensities of the 1-0 and 2-0 bands and studied the effect of resolving power on the apparent intensity of this spectrum as well as the effect of pressure on the