

## 16. COMMISSION POUR L'ETUDE PHYSIQUE DES PLANETES ET DES SATELLITES

PRÉSIDENT: Dr A. Dollfus, Observatoire de Paris, Section d'Astrophysique, Meudon (Seine-et-Oise), France.

MEMBRES: Barabashov, Bullard, Bullen, Camichel, de Marcus, de Mottoni, Gold, Herzberg, Jeffreys, Kuiper, Levin, Link, Peek, Sharonov, Slipher, Steavenson, Mme Sytinskaya, Tikhov†, Urey, Wildt.

### INTRODUCTION

La Commission 16 a été affectée par la perte de l'un de ses membres les plus anciens, le Prof. G. A. Tikhov, décédé à Alma Ata, U.R.S.S. le 25 Janvier 1960 à l'âge de 85 ans. Le Prof. Tikhov était le doyen d'âge des astronomes en exercice. Parmi les nombreuses recherches d'astrophysique qu'il développa successivement aux Observatoires de Meudon, de Poulkovo et de Alma Ata, le Prof. Tikhov laissa des travaux sur la photométrie et la colorimétrie des planètes, l'étude de leurs atmosphères et les conditions de vie sur Mars.

Depuis la rédaction du dernier *Report*, en 1958, la physique planétaire a fait des progrès exceptionnels et est entrée dans une nouvelle phase.

La Lune a été approchée par des fusées, contournée et photographiée, heurtée directement par un projectile terrestre. De très importants programmes de recherche sur la Lune, Vénus et Mars sont préparés de divers côtés à l'aide de fusées. L'étude spectrale des planètes a été entreprise également par l'observation à bord de ballons stratosphériques.

Par suite, l'étude des planètes par les moyens classiques s'est trouvée très stimulée.

### LA LUNE

Communications présentées au symposium numéro 14 de l'IAU (La Lune), tenu à Lenin-grad, le 6-10 décembre 1960, sont indiquées par: *Symp. IAU*, 14.

#### *Exploration de l'hémisphère invisible*

Le 7 Octobre 1959, une Station Interplanétaire Automatique lancée par un dispositif balistique soviétique a contourné la Lune et est passé à 65 000 km de sa surface, du côté opposé à la Terre. A 3<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, deux caméras automatiques ont été actionnées depuis la Terre et ont recueilli des images photographiques de l'hémisphère inconnu de la Lune. Les films, immédiatement développés à bord furent ensuite balayés par un dispositif photoélectrique enregistreur; ultérieurement le signal transmis par radio a été capté par une station d'écoute soviétique. Certaines images ont pu être reconstituées. Leurs études ont été effectuées indépendamment par l'Observatoire de Poulkovo, l'Observatoire de Kharkov et par l'Institut Astronomique Sternberg en relation avec l'Institut de Géodésie, Cartographie et Topographie aérienne de Moscou.

Un *Atlas de la face invisible de la Lune* a été publié en 1960 par l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S. comprenant la reproduction directe de 30 clichés, une carte comprenant 251 détails contrôlés sur 3 clichés au moins, 190 détails aperçus sur deux clichés, et 57 détails soupçonnés sur une seule image. Des déterminations de coordonnées sont données à 2° près, et une nomenclature est proposée.

On reconnaît des cratères, des auréoles, probablement des chaînes de montagnes; les étendues sombres des mers sont beaucoup moins nombreuses que sur l'hémisphère tourné vers la Terre.

#### *Cartographie de la surface lunaire*

Un atlas photographique de la Lune a été réalisé par G. P. Kuiper. La surface entière de l'hémisphère visible a été divisée en 44 régions. Chaque région est reproduite sous généralement plus de 4 éclairages différents, à l'aide de 230 planches photographiques à l'échelle de 1/1 370 000. Chaque planche est sélectionnée parmi les meilleures photographies actuellement disponibles dans les collections recueillies aux Observatoires du Mt Wilson, Yerkes, Lick, McDonald, Pic-du-Midi. Cette documentation exceptionnelle est imprimée par The University of Chicago Press.

Un atlas complémentaire, en préparation, donnera une sélection de planches avec d'une part un rezeau de co-ordonnées rectangulaires, d'autre part les co-ordonnées sélénocentriques. De nombreux clichés ont été pris par G. P. Kuiper, D. Arthur et E. A. Whitaker au foyer direct du réflecteur de 40 pouces de Yerkes, pour une détermination plus précise de ces co-ordonnées.

Les mesures de co-ordonnées recueillies ailleurs sont résumées dans le report de la Commission 17.

Les géologues du U.S. Geological Survey ont réalisé des séries de cartes à l'échelle de 1/3 800 000 sélectionnant les principaux détails de la surface lunaire tels que les cratères, les domes, les fractures, les auréoles, les différents types présumés de terrain.

Le relief détaillé de la surface lunaire est l'objet d'un important programme de mesures dirigé par Z. Kopal. De nombreuses photographies ont été réalisées au foyer direct de la lunette de 60 cm du Pic-du-Midi à la cadence rapide de plusieurs images par minute, pendant plusieurs heures consécutives. Les mesures des ombres portées par les accidents du relief donnent les altitudes relatives et les pentes.

A partir de l'atlas photographique de Kuiper, des déterminations de relief précédentes et des mesures de co-ordonnées classiques, le U.S. Aeronautical Chart and Information Center a entrepris la réalisation de cartes topographiques à l'échelle 1/1 000 000, en projection de Lambert, selon la présentation habituelle des cartes terrestres. Les co-ordonnées horizontales sont provisoirement déduites des mesures classiques de Frantz et Saunder. Des lignes de niveau séparent les cotes distantes de 300 mètres; elles sont établies d'après l'interpolation des mesures de Frantz par Schrutka-Rechtenstamm, et à partir des mesures relatives de Kopal. Les dénominations sont celles de l'UAI.

Au Japon, S. Miyamoto et M. Matsui (*Contr. Obs. Kwasan* no. 95, 1960) ont groupé 85 clichés de la Lune, obtenus à l'Observatoire Kwasan, en une publication sous forme d'un atlas couvrant toute la Lune.

#### *Structure de la surface du sol lunaire*

(a) *L'étude photométrique* de régions lunaires en fonction de l'angle de phase donne l'état de rugosité du sol.

Les deux catalogues donnant la réflectivité des détails lunaires publiés indépendamment par V. A. Fedoretz en 1952 et par N. N. Sytinskaya la même année ont été comparés par V. I. Esersky et V. A. Eserskaya et groupés en un catalogue unique (*Astr. Circ. U.R.S.S.* 205 1959).

Toutes les régions de la Lune présentent leur maximum d'éclat à la pleine Lune quand le rayon incident revient sur lui-même. N. P. Barabashov et V. I. Esersky ont insisté sur la très grande homogénéité des propriétés photométriques de la surface lunaire, les courbes de

variation d'éclat avec la phase restant presque identique sur les mers, les continents, les remparts et les fonds des cratères, les auréoles brillantes, etc.

J. van Diggelen (*Rech. Astr. Obs. Utrecht*, **14**, no. 2) a achevé un très important travail de mesures photométriques d'un grand nombre de détails lunaires sous différents éclairagements, et donné leurs courbes photométriques complètes.

Selon V. G. Fesenkov (*Astr. Zh., Moscow* **37**, no. 1, 1960) ces courbes peuvent s'interpréter en supposant le sol lunaire couvert de gros grains donnant une diffusion de lumière intense dans la direction d'éclairément.

Le calcul des ombres portées par des cavités et des rainures de différentes formes a été repris et amélioré par J. van Diggelen (1959) qui conclut que les deux tiers au moins de la surface lunaire doivent être constitués par des cavités ellipsoïdales généralement plus profondes que larges.

Les nombreuses comparaisons avec des substances mesurées dans le laboratoire de V. V. Sharonov conduisirent N. S. Orlova (*Astr. Zh., Moscow* **33**, 93, 1956) à supposer le sol lunaire très rugueux et criblé de très nombreuses cavités jointives et irrégulières de toutes dimensions. Certaines scories bulleuses très aérées reproduisent bien les courbes photométriques observées sur la Lune.

A Utrecht, J. van Diggelen a réalisé également de nombreuses mesures sur des échantillons minéraux ou artificiels encore plus divers et fut amené à la même conclusion. D'autres comparaisons sont encore en cours de développement au laboratoire de N. P. Barabashov (*Circ. Obs. Kharkov*, **21**, 1960) (*Astr. Zh., Moscow* **36**, no. 5, 1959).

Par ailleurs, la photométrie des éclipses de Lune a été étudiée par F. Link (*Bull. Astr. Inst. Czech.* **11**, 13, 1960).

(b) *L'étude de la réflexion des ondes de radar sur la surface lunaire* donne des indications sur la structure du sol à une échelle supérieure à quelques décimètres et plus grande que celle accessible aux mesures photométriques.

Depuis le dernier *Report* de 1958 les études à Jodrell Bank Experimental Station par J. Evans ont confirmé que, sur 100 Mc/s, 50% de l'énergie est retournée dans les premières 50 microsecondes après le début de l'écho, ce qui correspond à un parcours de 8 km dans le sens du rayon visuel; l'écho doit donc être fortement concentré dans une calotte réfléchissante de 340 km de diamètre centrée sur le milieu du disque lunaire apparent.

G. H. Pettengill (*Proc. Inst. Radio Engrs., N.Y.* **48**, 933, 1960) ainsi que R. L. Leadgrand et ses collègues **48**, 932, 1960), utilisant des techniques très sensibles et en particulier des séries cohérentes d'impulsions de 500 microsecondes sur 440 Mc/s, sont parvenus à préciser que l'écho comprend deux parties. Environ 80% de l'énergie est concentrée fortement autour du centre du disque sous forme de réflexion spéculaire et décroît avec l'angle  $A$  de la normale à la surface et du rayon incident selon la loi:  $\exp(-10.5 \sin A)$ ; cette composante restitue presque sans dépolarisation une onde incidente complètement polarisée circulairement. Le reste de l'écho, diffusé par l'ensemble de la surface lunaire à la manière d'une sphère dépolie, suit la loi  $\cos 3A/2$ , analogue à la loi de Lambert, et dépolarise complètement le rayonnement incident. La composante diffuse provient des irrégularités d'ensemble de la surface lunaire à grande échelle. La composante spéculaire indique que, à l'encontre des résultats de la photométrie, la surface lunaire se comporte, à l'échelle de la longueur d'onde 68 cm utilisée, comme une surface lisse à pentes faibles et émoussées.

T. B. A. Senior et K. M. Siegel (*Paris Symposium on Radio Astronomy, Stanford Univ. Press* 1959) (*Nat. Bureau of Standards*, **64D**, 217, 1960) ont étudié en détail la composante

spéculaire et interprètent leurs études de réflexion des impulsions très brèves sur les longueurs d'onde de 10 cm à 3 m comme le résultat de réflexions individuelles sur plusieurs dizaines de facettes distinctes convenablement orientées au voisinage du centre du disque lunaire, chacune d'elles pouvant avoir de 4 à  $6 \times 10^{-4}$  fois la surface apparente de la Lune.

Mais J. S. Hey et V. A. Hughes (*Paris Symposium on Radio Astronomy*, 1959), puis J. K. Hargreaves (*Proc. Phys. Soc. Lond.*, **73**, 536, 1959) interprètent les mêmes résultats en invoquant simplement les irrégularités naturelles de la surface lunaire, dans lesquelles les variations verticales seraient égales ou supérieures à la longueur d'onde sur des surfaces horizontales environ 20 fois plus étendues.

(c) *L'étude polarimétrique* précise au contraire la structure lunaire à l'échelle inférieure à celle donnée par la photométrie.

Les techniques polarimétriques développées en France par B. Lyot puis par A. Dollfus ont été maintenant mises en oeuvre en Union Soviétique. A Poulkovo le polarimètre photo-électrique réalisé par A. V. Markov (*Trans. Pulkovo Obs.* no. 158, 1958) permit à E. K. Kokhan (*Trans. Comm. Planet. Phys. U.R.S.S.* no. 1 1960) de déterminer les corbes de polarisation de 34 régions lunaires. A Kharkov, N. P. Barabashov et I. K. Koval (*Trans. Comm. Planet. Phys. U.R.S.S.* no. 1, 1960) ont entrepris des mesures de polarisation photographiques. A Abastumani un polarimètre photo-électrique balayant automatiquement la surface lunaire a été réalisé. Y. N. Lipsky (*Astr. Zh., Moscow* **36**, no. 2, 1959) et V. G. Teufel (*Astr. Zh., Moscow* **37**, no. 4, 1960) ont entrepris des mesures dans des domaines spectraux étroits.

D'autre part, à l'Observatoire McDonald, T. Gehrels a mis en valeur une forte augmentation de la polarisation de la lumière lunaire dans le bleu et le proche ultra-violet (*Astr. J.* **64**, 332, 1959).

Nous savons que l'interprétation des mesures de polarisation indique une surface lunaire uniformément constituée d'une poudre de grains fins et très irréguliers, complètement opaques. Cette poudre doit recouvrir le sol et ces très nombreuses cavités en tous points.

(d) *Les mesures thermiques* classiques ont également conduit à admettre que la surface lunaire est recouverte d'une poudre fine.

W. M. Sinton (*Lowell Obs. Bull.* **5**, 1, 1960) tracé des cartes d'isothermes du croissant lunaire éclairé pour 9 angles de phase. Shorthil, Conley et Borough (*Comm. au Congrès A.S.P.* 17 Juin 1960) ont découvert au Dominion Observatory que, pendant l'éclipse de Lune du 1960 Mars 13, les cratères Tycho, Copernic et Aristarque se refroidissaient moins que les régions voisines, Tycho atteignant une température d'équilibre de 40 à 60° plus élevée que son voisinage. W. M. Sinton a confirmé ce fait durant l'éclipse du 1960 Septembre 5, et trouvé que la température de Tycho est restée voisine de  $-35^{\circ}\text{C}$  pendant toute la totalité. Le fait s'expliquerait en supposant que l'épaisseur de la couche de poussière superficielle est plus mince dans Tycho que dans le voisinage, et voisine de 0.3 mm seulement.

Les propriétés thermiques du sol ont été dans une certaine mesure précisées également grâce aux observations de radio-émission sur 8 mm par E. A. Solomonovich (*Astr. Zh., Moscow* **35**, no. 1, 1958), et sur 1.63 cm par M. R. Zelinskaya et V. S. Troitsky (*Astr. Zh., Moscow* **36**, no. 4, 1959). L'amortissement thermique trouvé est  $0.2 \text{ cm}^{-1}$  et la conductivité électrique  $7.9 \times 10^8$  CGSE. V. Troitsky a entrepris les études comparatives au laboratoire.

#### *Origine de la structure superficielle du sol lunaire*

A. Dollfus (*Handbuch der Physik*, La nature de la surface des planètes et de la Lune, Springer Verlag 1961) a calculé les contraintes exercées dans les roches à la surface lunaire lors des

brusques refroidissements au coucher du Soleil et pendant les éclipses, et trouvé que les variations thermiques ne peuvent pas expliquer la pulvérisation superficielle observée; cette pulvérisation ainsi que les cavités nombreuses qui criblent le sol paraissent plutôt résulter des explosions produites par les impacts rapides de petits météores. N. N. Sytinskaya (*Astr. ž.*, *Moscow* 36, no. 2, 1959) a développé également cette hypothèse, et comparé le nombre probable d'explosions de micrométéorites à la surface lunaire avec les dénombrements de poussières cosmiques relevées par les satellites artificiels.

Les expériences d'impacts de petites sphères projetées à plus de 1 km par seconde sur des cibles métalliques, publiées notamment par W. W. Atkins (*J. app. Phys.* 26, 126, 1955), J. S. Clark *et al.*, C. N. Scully (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium* 1, no. 2, 1958) confirment la formation de cavités profondes et l'éjection d'une fine poussière à une vitesse qui peut dépasser la vitesse de libération à la surface de la Lune.

Selon F. L. Whipple (*Vistas in Astronautics* 2, 167), le phénomène doit être compliqué par le bombardement de protons, molécules et atomes solaires qui pourraient produire une adhérence de la poudre selon une texture rigide.

#### *Constitution du sol lunaire*

La nature chimique et géologique du matériau constitutif de la surface lunaire n'a pas pu être encore précisée et les travaux développés depuis la rédaction du dernier rapport de 1958 ne sont pas concluants.

(a) *L'indice de couleur du sol lunaire* a été mesuré dans plusieurs observatoires soviétiques et sur de nombreuses régions lunaires. N. P. Barabashov, et V. I. Esersky (*Astr. Circ. U.R.S.S.* no. 205 1959) et V. A. Fedoretz (*Astr. ž.*, *Moscow* 36, 496, 1959), ainsi que K. I. Kozlova et Y. V. Glogolevsky (*Astr. Circ. U.R.S.S.* 209, 1960), ont trouvé une valeur très remarquablement constante d'un point à l'autre de la Lune. V. V. Sharonov a constitué un catalogue des couleurs couvrant 110 régions lunaires. L. N. Radlova (*Symp. IAU* 14) a mesuré spécialement les auréoles des cratères et trouvé la même uniformité de couleur. V. Teyfel (*Astr. ž. Moscow* 36, no. 1 et 6, 1959), (*Astr. Circ. U.R.S.S.* 209, 1960) ainsi que N. S. Orlova ont tracé des graphiques reportant en abscisses le pouvoir réflecteur et en ordonnées l'indice de couleur rapporté à celui du Soleil. Les points figuratifs de différentes régions lunaires se groupent étroitement dans un domaine limité du graphique. Les mesures effectuées au laboratoire de V. V. Sharonov sur des calcaires, grès, granites, basaltes, gneiss et métorites définissent des régions très différentes du plan figuratif. Aucune substance terrestre ne reproduit exactement la couleur du sol lunaire. N. N. Sytinskaya (*Astr. ž.*, *Moscow* 36, 315, 1959) pense que les nombreux impacts de petits météores décomposent les silicates du type olivine et accroissent la teneur en oxyde de fer de couleur sombre. Les mers, plus sombres, contiendraient initialement plus de fer.

(b) *Les constantes électromagnétiques* du matériau constituant le sol lunaire peuvent dans une certaine mesure être évaluées grâce à la technique des échos de radar.

T. B. A. Senior et K. M. Siegel (*Symp. IAU* 9, *Radio-Astronomie, Paris* 1958; *Lunar and Planetary Exploration Colloquium* 1960; *Symp. IAU* 14) admettent finalement une conductivité électrique de  $3.4 \times 10^{-4}$  mhos/mètre et la valeur très faible  $9.6 \times 10^{-12}$  farads/mètres pour la permittivité. G. Pettengill (*Symp. IAU* 14) trouve une permittivité sensiblement différente, mais en tout état de cause également nettement inférieure à celle des minéraux usuels en blocs.

En comparant les résultats précédents avec ceux des mesures thermiques infra-rouges



classiques, T. Senior et K. Siegel ont cherché à préciser la chaleur spécifique du matériau lunaire et concluent à la conductibilité calorifique  $3.5 \times 10^{-5}$  cal/sec/cm<sup>3</sup>/°C.

W. Fensler (*Symp. IAU 14*) a déterminé au Laboratoire les conductivités électriques et permittivités de 47 échantillons de roches, météorites chondritiques, tektites, sables, verres, certains d'entre eux pulvérisés sous différentes dimensions de grains. Il semble nécessaire d'admettre une morphologie très poreuse ou poudreuse avec des grains de dimensions très diverses. Mais aucune précision n'a pu être encore retenue sur la nature même du sol lunaire.

(c) *Les propriétés chimiques vraisemblables* de la surface lunaire ont été discutées par H. C. Urey (*Z. phys. Chem.* **16**, 346, 1958) (*Symp. COSPAR Nice*, 1960). Si l'eau ou des composés carbonatés contribuaient pour une grande quantité dans la composition de la Lune, ils abaisseraient la température de liquéfaction et se trouveraient concentrés dans les couches superficielles. La faible densité de la Lune s'explique plutôt par une déficience en Fer par rapport à la composition de la Terre. Les régions claires de la surface contiendraient dans ce cas une part importante de silicates basaltiques; les roches acides ne sembleraient pas abondantes. Les étendues sombres des mers et les fonds de cratères comblés, provenant probablement de fusions résultant d'impacts de gros objets, auraient une composition comprise entre celle des météores chondritiques et celles de granties, et contiendraient plus de fer.

#### *Observation télescopique des formations lunaires*

Les observations visuelles recueillies dans les meilleures conditions permettent de séparer des taches distantes de 400 ou 500 mètres.

Parmi les nombreuses études visuelles publiées, signalons les reproductions par G. Fielder (*Sky and Telesc.* **19**, no. 6, 1960), au Pic-du-Midi, des fins détails des rainures de Hyginus et Ariadaeus; G. P. Kuiper (*Vistas in Astronautics* **2**, 273, 1959) et D. Arthur (*Symp. IAU 14*), aux Observatoires McDonald et Yerkes, ont précisé que les grandes auréoles des cratères Tycho et Copernic montrent de nombreuses traces d'impacts attribuables aux chutes d'objets projetés en même temps que la poudre; les petits dômes d'apparence volcanique présentent à leur sommet exact un petit cratère circulaire d'environ 800 m de diamètre; certaines rides montrent sur la ligne des crêtes de petites fissures ou des sortes d'extrusions.

Les meilleures photographies de la Lune actuellement disponibles permettent de séparer deux taches de la surface voisines de 700 mètres.

Quelques nouveaux documents excellents ont été obtenus au Mont Wilson par D. Alter. Plusieurs très bons clichés ont été réussis au foyer direct de la lunette de Yerkes par Kuiper, Arthur, Whitaker. A. Dollfus a reproduit l'ensemble des négatifs à résolution élevée recueillis au Pic-du-Midi depuis 1943 par Lyot, Gentili, Camichel etc.

Des tirages rectifiés de la perspective ont été effectués par le U.S. Aeronautical Chart and Information Center en projetant des images sur une sphère blanche et en rephotographiant celle-ci.

L'ensemble de ces documents permet entre autre à H. C. Urey (*Endeavour* 1960) de ré-examiner les phénomènes liés à la formation de Mare Imbrium. G. P. Kuiper (*Vistas in Astronautics* **2**, 273, 1959) (*Symp. IAU 14*) a étudié les grandes auréoles, les dômes, les fissures et les déplacements verticaux de la surface. E. Shoemaker (*Symp. IAU 14*) a précisé les phénomènes d'impacts liés à la formation de Copernic. G. Fielder (*Sky and Telesc.* **19**, no. 6, 1960 (*P.A.S.P.* **70**, 308, 1958) a décelé de nouveaux systèmes de fissures. A. Dollfus (*Symp. IAU 14*) a examiné le cas de fusion des bordures de continents par la matière des mers et groupé des images très détaillées de rainures et de pitons centraux.

*Nature et origine des cratères*

Plusieurs astronomes et géologues ont cherché à approfondir l'hypothèse d'une origine volcanique des cratères, chaînes de montagnes et mers, notamment N. Boneff (*Symp. IAU* 14, 1960), K. H. Engel (*J. internat. lunar Soc.* no. 3 et no. 5, 1958), P. Hédervári (*Geofizikai Közlemé* 6, no. 3, 1957) (*Földrajzi Közlem* no. 2, no. 4, 1959). J. Green a effectué des comparaisons entre les aspects du volcanisme terrestre et certaines formations lunaires, et recherché l'origine des cratères dans des changements d'état de la matière lunaire (*Lunar and Planetary Exploration Colloquia* 1959 et 1960).

La température de fusion d'un magma est abaissée lorsque sa composition contient une certaine quantité d'eau; une portion du magma contenant plus d'eau restera fluide plus longtemps lors du refroidissement progressif; selon S. Miyamoto (*Contr. Obs. Kwasan* no. 90, 1960) une extrusion de magma siliceux doit produire alors une explosion brutale à la surface et pourrait donner naissance à un cratère explosif. D'autre part, selon S. Miyamoto également, (*idem* no. 96) le refroidissement progressif du globe et sa solidification pourraient donner naissance à des poches de gaz, par concentration de produits volatils, entraînant la vaporisation.

Cependant le mécanisme de formation des cratères par explosion lors d'impacts de météores a reçu de nouvelles et intéressantes confirmations. Les observations reportées au paragraphe ci-dessus mettent en valeur les projections de poudre et de nombreux débris sous les souffles violents des explosions. E. Shoemaker (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium, Novembre 1960*) a déterminé le nombre de cratères formés sur Terre par explosion de météores dans les régions des Etats-Unis sujettes à l'érosion la moins active et trouvé un accord raisonnable avec le nombre de cratères lunaires formés dans le même temps. Les courbes de dénombrement des météores et des astéroïdes en fonction de leur volume données par H. Brown (*Symp. COSPAR Nice, 1960*) conduisent à des extrapolations raisonnablement corroborées par le nombre de cratères lunaires observés. C. Jaschek (*Observatory* 80, 119, 1960) est parvenu indépendamment à la même conclusion.

Les impacts lunaires semblent répartis au hasard sur une région d'ancienneté donnée et sont d'autant plus nombreux que la surface semble avoir été exposée depuis un temps plus reculé.

*Formation des mers*

Le problème de l'origine des grands cratères à fond plat remplis de la substance des mers ainsi que celui des bassins des mers continue à donner lieu à plusieurs interprétations.

D'après T. Gold (*Symp. IAU* 14) les charges électrostatiques résultant de la photoionisation de la surface lunaire seraient suffisantes pour soulever et transporter les petits grains de la surface; ceux-ci finiraient par couvrir les bas-fonds d'une couche régulière. Cependant, les mesures photométriques déjà mentionnées témoignent d'un sol très rugueux, tandis que les observations télescopiques reportées montrent une fusion du sol en certains points des contours des mers et indiquent dans certains cas un phénomène violent ayant projeté de la matière.

Selon G. P. Kuiper (*Vistas in Astronautics* 2, 273, 1959) les impacts rapides par de très volumineux météores auraient perforé la croûte à l'époque où le matériau lunaire sous la surface n'aurait pas encore été solidifié; des épanchements de lave en auraient résulté.

Selon H. C. Urey (*J. geophys. Res.* 65, 358, 1960) l'intérieur de la Lune n'a pas pu être suffisamment liquifié dans son ensemble; les bassins de laves et les mers résulteraient d'impacts relativement lents par de très gros météores ou de petits astéroïdes, entraînant la liquéfaction du corps et d'une partie de la région lunaire heurtée. Les chaînes de montagnes représenteraient des amas de déblais. (*Endeavour* 19, 87, 1960).

Selon Z. Kopal (*Nature, Lond.* 183, 169, 1959) de tels chocs devraient engendrer un ébranlement séismique considérable et près de 1/10 ème de l'énergie incidente se retrouverait concentrée aux antipodes du point de chute; des impacts par des noyaux de comètes, présentant moins de cohésion, libéreraient plus d'énergie avec un moindre ébranlement séismique.

Certains monticules observés dans les mers et coiffés à leur sommet d'un petit cône pourraient être d'anciens volcans. T. Gold suggère l'extrusion de vapeur d'eau, successivement liquéfiée puis congelée sous la surface.

Les rides et les rainures pourraient résulter selon G. P. Kuiper des refroidissements progressifs de la surface, engendrant d'abord des tensions, puis des compressions. Cependant, des séismes pourraient aussi être invoqués.

#### *Ceinture de radiation et champ magnétique lunaire*

Une fusée soviétique lâchée le 12 Septembre 1959 a atteint la Lune et s'est écrasée à sa surface près du centre du disque. L'engin contenait 4 compteurs de particules à scintillation et 6 compteurs à décharge. Selon S. N. Vernov (*Symp. COSPAR Nice, 1960*), à l'approche de la Lune à 1000 km de sa surface, le nombre de particules enregistrées ne dépassait pas 10% de celui de l'espace, soit  $10^{-6}$  fois la densité des particules dans les ceintures de radiation de la Terre. Le champ magnétique général de la Lune doit être probablement inférieur à  $10^{-3}$  fois celui de la Terre.

L'engin précédent contenait également un magnétomètre qui put fonctionner jusqu'à 50 km de la surface lunaire. Selon S. S. Dolginov (*Symp. COSPAR Nice, 1960*), un champ de 100 gammas aurait pu être décelé. Le résultat négatif indique un champ magnétique lunaire au moins 400 fois plus faible que celui de la Terre, soit une magnétisation du globe inférieure à 0.25% de celle du globe terrestre.

#### *Atmosphère lunaire et dégagements gazeux*

L'expansion continue de la couronne solaire doit donner un flux de protons. J. H. Haring et L. Licht (*Symp. COSPAR Nice, 1960*) ont calculé que l'impact de ces protons à la surface de la Lune doit dégager de l'hydrogène neutre sous forme d'une extrêmement faible atmosphère permanente contenant environ  $10^5$  atomes par  $\text{cm}^3$ , soit une densité au sol  $10^{-14}$  fois celle de l'atmosphère terrestre. L'ionosphère correspondante contiendrait 400 protons par  $\text{cm}^3$ .

H. C. Urey (*Handbuch der Physik Astrophysik 3, Springer Verlag 1959*) a estimé la vitesse probable de dégagement du Xénon par la surface de la Lune et calculé sa vitesse d'évaporation; l'équilibre donne une atmosphère résiduelle très faible contenant au plus  $10^8$  atomes par  $\text{cm}^3$ . Urey remarque également que des molécules telles que C, N, O, H, sont capables d'illumination par fluorescence; comme aucun phénomène lumineux n'est observé, la concentration de ces molécules doit être inférieure à  $10^6$  ou  $10^7$  par  $\text{cm}^3$ .

W. F. Edwards et L. B. Barst (*Science 127, 325, 1958*) discutent les probabilités de dégagement par fission de l'Uranium et par les gaz piégés dans les roches.

Le 24 Janvier 1956, la Lune occultait la radio source de la nébuleuse du Crabe. Avec le radio-télescope de Cambridge (Angleterre), B. Elsmore (*Symp. IAU 9, Radio-Astronomie, Paris 1959*) observa une réfraction de  $13''.4 \pm 9''$ , suggérant la présence d'une ionosphère lunaire contenant environ  $10^3$  électrons par  $\text{cm}^3$ . Si un millième des molécules de l'atmosphère lunaire sont ionisées, la densité au sol doit être voisine de 2 à  $6 \times 10^{-13}$  fois celle de l'atmosphère terrestre et posséder de  $10^6$  à  $10^7$  molécules par  $\text{cm}^3$ .

Le 3 Novembre 1958, entre 3<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> et 3<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, N. A. Kozyrev (*Privoda, Moscow no 3, 1959*)



réalisa à l'Observatoire de Crimée un spectre de la Lune avec une dispersion de  $50 \text{ \AA/mm}$ , la fente du spectrographe coupant diamétralement le cratère Alphonsus et intersectant le piton central très pointu. L'examen ultérieur du spectre révéla, à l'emplacement exact de la paroi éclairée du piton central, une assez forte augmentation de l'éclat débutant brusquement à  $4770 \text{ \AA}$  et s'étendant en s'affaiblissant jusque vers  $4340 \text{ \AA}$ . Un second cliché sensiblement sous-exposé, réalisé sur la même plaque une demi-heure plus tard, ne montre pas cette émission. Le Président et deux membres de la Commission 16 ont examiné chacun séparément le négatif original obligeamment produit par le Dr. Kozyrev et peuvent attester l'authenticité de l'observation.

N. A. Kozyrev attribue cette émission à une éruption volcanique à l'emplacement du piton central. A. Kalignac (*Symp. IAU 14*) a étudié du point de vue spectroscopique le négatif, à Poulkovo. L'émission est assez semblable à celle des têtes des comètes; plusieurs maxima d'émission peuvent être identifiés avec les bandes de Swan de la molécule de  $C_2$ , dont certaines sont absentes. Un fond continu n'est pas décelé. L'émission rappelle la fluorescence pure par un gaz raréfié. La libération probable d'une bouffée de gaz par le sol a dû s'accompagner d'une dissipation presque immédiate.

## VÉNUS

### *Rotation du globe*

Aucune nouvelle méthode ne paraît satisfaisante pour préciser la durée de rotation du globe. L'accroissement de la précision des mesures spectroscopiques peut ne mettre en valeur que les déplacements des nuages. Les mesures thermiques caractérisent seulement une convection atmosphérique rapide. Les nouvelles photographies en lumière ultra-violet montrant des nuages, publiées par C. H. Boyer et H. Camichel (*Astronomie*, **74**, 376, 1960) ne confirment pas les structures allongées invoquées par G. P. Kuiper puis R. Richardson en faveur d'une rotation rapide; elles semblent révéler une périodicité peu marquée de 4 jours que l'on pourrait également attribuer à un cycle dans la succession des perturbations atmosphériques.

### *Structure de l'atmosphère*

Les spectres obtenus par N. A. Kozyrev (Cf. V. V. Sharonov *Nature des Planètes* 487, 1958) (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium* **2**, no. 1, 1959) ainsi que par F. J. Hayden, C. C. Kiess et H. K. Kiess (*Science* **130**, 1195, 1959) et par G. Newkirk montrent que l'éclat global de la planète décroît brusquement au-delà de  $4600 \text{ \AA}$  pour devenir faible dans l'ultra-violet.

Les mesures photométriques infra-rouges et ultra-violettes de I. K. Koval (*Astr. J., Moscow* **35**, no. 5, 1958) confirment ce phénomène. L'albedo de la couche nuageuse ne diminue que peu entre  $6500 \text{ \AA}$  et  $5600 \text{ \AA}$  et vaut 0.59 selon l'étude des mesures de C. F. Knuckles par Mme Sinton.

La baisse d'éclat dans l'ultra-violet ne concerne pas uniformément tout le disque mais laisse apparaître des nuages plus brillants. Des séries de photographies de ces nuages, réalisées en ultra-violet par H. Camichel et C. Boyer, ainsi que par B. Smith et C. Tombaught, confirment que ces formations évoluent très vite et sont méconnaissables d'un jour à l'autre.

D. Deirmendjian, Z. Sekara et W. Viezoe (non publié) ont calculé la répartition de la brillance et de la polarisation sur le disque d'une planète entourée d'une atmosphère, sous différentes phases, en fonction de l'albedo du sol, de l'épaisseur de l'atmosphère et de ses propriétés diffusantes. Ils ont précisé les lois de diffusion de plusieurs aérosols.

Des comparaisons photométriques de E. Schoenberg et W. Sander (*Ann. Astrophys.* **22**, 839, 1959) montrent que l'atmosphère de Vénus est certainement très complexe.

Des mesures photo-électriques de polarisation ont été réalisées dans différents domaines spectraux par T. Gehrels (*Astr. J.* **64**, 332, 1959); pour la phase  $59^\circ$  la valeur  $-17$  millièmes en jaune devient  $+ 24$  millièmes en ultra-violet.

Des nouvelles mesures de polarisation ont été aussi réalisées en plusieurs couleurs entre les angles de phase  $45^\circ$  et  $122^\circ$  par J. H. Focas et par A. Dollfus (non publié). La proportion de lumière polarisée a été trouvée également plus forte algébriquement dans le bleu que dans le rouge et plus forte le long du limbe que du côté du terminateur; d'importantes anomalies locales sont difficiles à relier aux faibles taches quelquefois observées visuellement et aux photographies en ultra-violet. De très importantes anomalies de polarisation, lentement variables, s'observent aux deux cornes du croissant; une composante polarisée reste tangente au bord du disque le long du limbe.

Selon A. Dollfus (*The Solar System* T. III, G. P. Kuiper edit.), l'atmosphère de Vénus doit contenir d'une part de grosses masses nuageuses observables en ultra-violet, d'autre part des voiles, nappes ou brumes à une altitude plus élevée.

Ce résultat est précisé par l'étude des photographies obtenues lors de la conjonction de Vénus et du Soleil de 1938 par J. B. Edson (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium* no. 5, 1959). Les cornes du fin croissant lumineux sont prolongées par une auréole irrégulière. Edson conclut que la couche nuageuse dense est surmontée par une atmosphère dont la densité à la base ne peut dépasser  $1/3$  de celle de l'air terrestre; cette atmosphère doit supporter de place en place des voiles diffusants à une altitude comprise entre quelques centaines de mètres et 12 km au-dessus de la couche nuageuse. Un nuage exceptionnellement développé est signalé.

La densité de l'air au niveau de la couche peut être précisée lors du passage de Vénus devant le disque solaire, au moment où la planète intersecte le limbe; une auréole brillante s'illumine alors et provient de la réfraction de l'image du bord solaire dans l'atmosphère planétaire. Examinant les 4 observations reportées depuis 1761, F. Link (*Bull. Astr. Inst. Czech.* **10**, no. 4) donne environ  $0.1$  fois la densité de l'air terrestre au sol.

#### *Composition de l'atmosphère, luminescence, exosphère*

De première importance pour l'explication des nuages serait la connaissance de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. Le 22 Avril 1959, A. Dollfus a comparé en ballons stratosphériques à 13 600 mètres d'altitude l'intensité de la bande 1.4 microns de la vapeur d'eau sur Vénus et sur la Lune et trouvé environ  $0.13$  mm d'eau pour la stratosphère terrestre; mais les mesures sur Vénus, trop près de l'horizon, ne sont pas utilisables (*C.R.* **249**, 2602, 1959) (*Astronomie* **73**, 227, 1959). Les 28 et 29 Novembre 1959, le Cdr M. D. Ross et C. B. Moore ont mesuré également sur Vénus la bande 1.13 microns de l'eau en ballon à 26 000 mètres, selon le programme établi par J. Strong (non publié) et trouvèrent  $0.19$  mm d'eau, mais la quantité d'eau dans la stratosphère supérieure n'a pas pu être précisée et par suite le doute persiste sur l'origine de la vapeur d'eau observée.

J. Strong et W. M. Sinton (*Ap. J.* **131**, 470, 1960) ont analysé à Palomar le spectre infra-rouge de Vénus entre 8 et 13 microns; les bandes 9.4 microns, 10.4 microns et 12.6 microns de  $\text{CO}_2$  sont beaucoup plus faibles que prévues; l'atmosphère doit donc être probablement moins transparente dans ce domaine spectral que dans le visible; de faibles absorptions pourraient être dues à des cristallisations de  $\text{C}_3\text{O}_2$  invoquées par ailleurs pour expliquer la nature des nuages.

F. J. Heyden, C. C. Kiess et H. K. Kiess (*Science* **130**, 1195, 1959) ont obtenu des spectres à grande dispersion de Vénus en violet et ultra-violet. Ils attribuent la baisse d'éclat notée en déca de  $4500 \text{ \AA}$  à la molécule  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

G. Newkirk (*Planet. Space Sci.*, Pergamon Press **1**, 32, 1959) a cherché à confirmer les raies d'émission aurorales ou luminescentes observées par N. A. Kozyrev en 1954 sur des spectres de la partie non éclairée du disque. Les raies 4415 et 4435 de Kozyrev semblent confirmées, leur intensité globale étant estimée à  $9.6 \times 10^{-3}$  (ergs, sterad.<sup>-1</sup>, cm<sup>-2</sup>, sec.<sup>-1</sup>), soit 80 fois celle de la forte raie 5577 Å [OI] dans notre atmosphère. Les autres raies signalées par Kozyrev ne se retrouvent pas; une nouvelle raie est signalée à 4500 Å. Aucune de ces raies ne peuvent être identifiées. La forte émission 5577 Å [OI] de notre atmosphère n'est visible ni sur le spectre de Kozyrev ni sur ceux de Newkirk.

S. J. Dole (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium* no. 5, 1959) a discuté les phénomènes d'oxydation dont l'atmosphère de Vénus a dû être l'objet dans le passé et conclut à une composition probable actuelle contenant 90% de CO<sub>2</sub>, 10% de N<sub>2</sub>, des traces d'oxygène et d'argon, mais pas d'eau.

La diffusion de la vapeur d'eau depuis les basses couches jusque dans la haute atmosphère, sa dissociation et son évaporation, ainsi que plusieurs propriétés chimiques de la basse atmosphère ont été discutés par H. C. Urey (*Handbuch der Physik* **52**, Springer Verlag 1959).

M. Nicolet (*Physics and Medicine of Atm. and Space*, Wiley and Sons, 1960) a discuté les phénomènes de dissociation dans les atmosphères planétaires. Dans le cas de Vénus (*Colloque Liège* 1960), la dissociation de CO<sub>2</sub> doit entraîner une concentration électronique très élevée dans l'ionosphère. Les émissions telles que celles de CO<sup>+</sup> doivent être intenses et la température de la thermosphère doit être élevée.

### Température

De gros progrès ont été réalisés dans la connaissance des températures de l'atmosphère.

C. H. Mayer et ses collaborateurs (XIII Assemblée Générale URSI, Londres 1960) ont confirmé leurs mesures radio-électriques de 1956 sur 3.4 cm et 10.2 cm. Ils attribuent les émissions à la température de la surface du sol, qui aurait dans ce cas la valeur très élevée de  $600 \text{ }^\circ\text{K} \pm 60^\circ$  et serait un peu moins forte vers la conjonction inférieure, sur l'hémisphère non éclairé.

A. D. Kuzmin et A. E. Solomonovich (*Ź. Astr.*, Moscow **32**, no. 2, 1960) ont mesuré sur 8 mm, avec une précision moindre, et trouvé  $315^\circ \text{K}$  avec probablement un minimum dans la conjonction inférieure.

J. E. Gibson et R. J. McEwan (*Symp. IAU 9, Radio-Astronomie, Paris* 1959) ont réalisé également en 1959 des mesures sur 8.6 mm et trouvé une température moyenne de  $410 \text{ }^\circ\text{K} \pm 160^\circ$  qui pourraient correspondre à la basse atmosphère.

Ces mesures radio-électriques ont été discutées par A. H. Barrett (*Ź. geophys. Res.* **65**, no. 6, 1960) qui étudie les bandes d'absorption aux radiofréquences de H<sub>2</sub>O et cherche à expliquer la très forte température du sol par l'absorption des constituants CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, et H<sub>2</sub>O.

La température moyenne de l'atmosphère au-dessus des nuages est précisée par les mesures infra-rouges effectuées en 1953 et 1954 par J. Strong et W. N. Sinton à Palomar, (*Ap. Ź.* **131**, 470, 1960). Ces mesures donnent  $234 \text{ }^\circ\text{K}$ , avec un assombrissement au bord du disque. Une région plus froide près de la corne Nord correspond à un nuage brillant visible sur des photographies en ultra-violet.

Le 7 Juillet 1959, la planète Vénus a occulté l'étoile Régulus. G. de Vaucouleurs (*Sky and Telsc.* **18**, 606, 1959) (*Nature, Lond.* **188**, 28, 1960) a recueilli et groupé des mesures photométriques de l'affaiblissement de l'étoile par la réfraction dans les couches atmosphériques supérieures de la planète. L'échelle de hauteur  $RT/mg$  vaudrait 6.8 km et correspondrait pour l'atmosphère (masse moléculaire moyenne) à une température de  $T = 7.0 \text{ m}$ .

Considérant l'ensemble des mesures précédentes et celles déduites par G. P. Kuiper du spectre de  $\text{CO}_2$ , G. de Vaucouleurs (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium* no. 1, 1959) détermine un modèle vraisemblable de la répartition de la température avec l'altitude. H. C. Urey (*Handbuch der Physik* 52, Springer Verlag 1959) donne un résultat analogue et concordant pour les hautes couches, mais dans lequel il adopte pour la surface du sol la température de  $350^\circ\text{K}$ .

#### *Modèles de l'atmosphère de Vénus*

Aucun accord définitif n'a encore pu être réalisé sur l'estimation de la pression atmosphérique au sol, la présence de l'eau, la nature des nuages, la circulation atmosphérique générale.

Selon Y. Mintz (The Rand Corp. Santa Monica Cal.) une absence totale d'eau conduirait à une atmosphère de  $\text{CO}_2$  complètement stratifiée et stable, sans turbulence. La surface du sol devrait être un océan liquide probablement constitué d'hydro-carbones et recouvert d'épaisses brumes. Une lente convection cellulaire horizontale devrait brasser cette brume entre les hémisphères éclairés et obscure. Les nuages visibles en ultra-violet seraient des condensations cristallines de  $\text{CO}_2$  à une altitude plus élevée.

Selon H. C. Urey (*loc. cit.*) une teneur raisonnable de  $\text{H}_2\text{O}$  donnerait naissance à une troposphère convective chargée de nuages d'eau et constamment brassée entre les hémisphères éclairés et obscures, surmontés d'une atmosphère étendue et relativement sèche, elle-même surmontée d'une thermosphère à température élevée.

#### MARS

Depuis la rédaction du dernier report, beaucoup de résultats ont été publiés sur l'opposition de 1956. La nouvelle opposition de 1958 a été observée.

#### *Observations topographiques*

Les nombreuses observations visuelles recueillies au Japon ont été groupées par le Comité Japonais pour l'Etude de Mars; les observations réalisées en 1958 à l'Observatoire de Kwasan ont été publiées groupées (*Contr. Obs. Kwasan* no. 87). Les dessins obtenus en Union Soviétique en 1956 ont fait l'objet d'une publication unique (*N.P. Barabashov éditeur, Acad. Sci. URSS Press, Moscow* 194, 1959). Beaucoup d'observations européennes ont été groupées par la Société Astronomique de France. Les dessins relevés à l'Observatoire Lowell ont été publiés groupés (G. de Vaucouleurs, *Sky and Telesc.* 484, July 1959).

Au Pic-du-Midi, A. Dollfus a étudié l'évolution de petites taches d'environ 60 km de diamètre et J. H. Focas a réalisé un planisphère complet des structures fines de Mars en Novembre 1958.

#### *Photographies*

La technique des tirages composites s'est généralisée. E. C. Slipher a réalisé de nombreuses et très bonnes photographies composites en 1956 à Bloemfontain et à l'Observatoire Lowell. Ces documents sont groupés à l'Observatoire Lowell.

W. S. Finsen, J. H. Botham et I. R. Brickett ont constitué une importante documentation de clichés composites à Johannesburg. R. S. Richardson, A. G. Wilson ainsi que R. B. Leighton ont photographié et filmé au Mt. Wilson en 1956 et 1958; 740 composites ont été préparés sous la direction de G. de Vaucouleurs à partir de 7000 images des films de R. B. Leighton. Mesure en cours. V. A. Bronstein a publié quelques clichés obtenus en U.R.S.S. A l'Observatoire Lick, H. M. Jeffers a reproduit toute la collection de clichés recueillis de 1939 à 1958.

Presque tous ces derniers documents ainsi que ceux de la très importante collection recueillis au Pic-du-Midi par H. Camichel ont été groupés en une documentation unique disponible à l'Observatoire de Meudon.

### *Cartographie*

Grâce à la documentation précédente, G. de Mottoni (*Atti dei Convegni di Venezia e Napoli della Soc. Astr. Italiana*, Pavie 1959) (A. Dollfus: *The Solar System*, T. III G.P. Kuiper edit.) a établi 9 planisphères récapitulatifs pour chaque opposition depuis 1941.

H. Camichel a amélioré ses mesures de coordonnées. Par ailleurs, G. de Vaucouleurs a entrepris la discussion de toutes les mesures de coordonnées relevées depuis 1909. La mesure des composites de W. S. Finsen et R. B. Leighton est en cours à Harvard. Coordonnées, carte et globe ont été déduits des observations de G. de Vaucouleurs à Flagstaff en 1958.

### *Atmosphère et nuages blancs*

Une fusée américaine, lancée en 1958, a permis de mesurer l'éclat de Mars en ultra-violet à 2700 Å (A. Boggess et L. Dunkelman: *Ap. J.* **129**, 236, 1959). Le flux de  $2.0 \times 10^{-8}$  (ergs, cm<sup>2</sup>, sec, 100 Å) donne une réflectivité moyenne à la phase nulle de 0.24. Cette valeur élevée de la réflectivité semble confirmer les déterminations polarimétriques antérieures de la pression atmosphérique; selon A. Dollfus, la réflectivité de l'atmosphère à 6000 Å est 0.0056; une diffusion moléculaire pure donnerait un éclat 40 fois plus élevé vers 2900 Å.

Les nouvelles mesures polarimétriques de T. Gehrels étendues jusque dans l'ultra-violet (*Astr. J.* **64**, 332, 1959) confirment la grande augmentation de la proportion de lumière polarisée vers les courtes longueur d'onde, attribuable également à la diffusion par l'atmosphère.

De nombreux nuages blancs ont été observés. Les mesures de polarisation en lumière relevées à Athènes et au Pic-du-Midi par J. H. Focas et A. Dollfus permirent de préciser leurs courbes de polarisation. S. Miyamoto (*Contr. Obs. Kwasan*, no. 89) a étudié les mouvements de ces nuages et esquissé une théorie de la circulation générale dans l'atmosphère.

M. Nicolet (*Colloque, Liège* 1960) a discuté les conditions de formation d'une thermosphère et d'une ionosphère sur Mars.

H. C. Urey (*Handbuch der Physik* **52**, Springer Verlag 1959) donne les vitesses d'évaporation probables des constituants de l'atmosphère.

### *Voiles bleus et ultra-violet*

Selon G. de Vaucouleurs (*P.A.S.P.* **69**, 530, 1957), la planète Mars aurait montré un éclaircissement du voile atmosphérique bleu-violet à la fin d'août 1956, peu avant l'opposition. A. G. Wilson (non publié) a enregistré en 1958 plusieurs éclaircissements du voile ultra-violet, l'un d'entre eux 74 jours avant l'opposition et un autre 117 jours après l'opposition, ce qui détruit l'hypothèse d'un synchronisme avec l'alignement de la planète, de la Terre et du Soleil. Des voiles bleus à évolution rapide ont également été signalés.

B. Rosen (*C.R.* **248**, 2069, 1959) a cherché l'origine du voile ultra-violet dans la présence de molécules C<sub>3</sub>. Selon H. C. Urey et A. W. Brewer (*Ap. J.* **128**, 736, 1958), la fluorescence de CO<sup>+</sup>, N<sub>2</sub><sup>+</sup> et CO<sub>2</sub><sup>+</sup> dans la haute atmosphère pourrait intervenir dans le phénomène. La ressemblance avec les nuages noctiluents a été également souvent invoquée.

### *Voiles jaunes*

Le grand voile jaune signalé par tous les observateurs en 1956 a été décrit en détail par S. Miyamoto (*Contr. Obs. Kwasan*, no. 71), par W. D. Heintz (*Observatory* **78**, no. 906, 203)



et par plusieurs observateurs soviétiques. Lorsque ce voile a recouvert la calotte polaire Sud, des formations nuageuses blanches ont été observées au Pic-du-Midi et à l'Observatoire McDonald au-dessus du voile, ce qui prouve leur altitude plus grande.

Des mesures polarimétriques relevées à Athènes et au Pic-du-Midi permirent de mettre en valeur d'autres voiles jaunes très légers peu après l'opposition de 1958.

A. Dollfus (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium* 2, no. 2, 1960) a reconstitué la polarisation de la lumière de ces voiles entre les angles de phase  $3^\circ$  et  $43^\circ$  pour différentes opacités. La comparaison avec les mesures effectuées au laboratoire sur divers échantillons permet d'identifier ces voiles avec de très petits grains en suspension dans l'air, ayant de 1 à 3 microns de diamètre, complètement opaques et absorbants.

#### *Température du sol*

Les mesures thermo-électriques relevées en 1954 entre 8 et 13 microns avec le télescope de Palomar par J. D. Strong et W. M. Sinton (*Ap. J.* 131, 459, 1960) ont été publiées. La surface du disque a été balayée sur un champ de 1.5 de diamètre. La température moyenne des régions claires au centre du disque est  $+15^\circ\text{C}$ . Les taches sombres sont plus chaudes d'environ  $8^\circ$ . Les plus grandes variations diurnes de température relevées oscillent entre  $+25^\circ\text{C}$  et  $-70^\circ\text{C}$ . Le 20 Juillet 1954, la région de Moab montrait une température très basse de  $-25^\circ\text{C}$ . Les clichés pris à l'Observatoire Lick montrent une formation claire que les auteurs interprètent comme un voile jaune. L'examen de la documentation groupée à l'Observatoire de Meudon indique cependant avec certitude un nuage blanc.

Des spectres relevés entre 8 et 13 microns montrent les bandes 9.4 microns, 10.4 microns et 12.6 microns de  $\text{CO}_2$  en absorption, ce qui confirme que l'atmosphère est beaucoup plus froide que le sol.

#### *Nature des régions claires*

A. Dollfus (*P.A.S.P.* 70, 56, 1958) a mesuré par photométrie visuelle directe le pouvoir réflecteur des régions claires et sa variation en fonction de l'inclinaison de la surface, de l'angle de phase et de la longueur d'onde entre 0.45 et 0.65 microns. Ces mesures ainsi que les déterminations polarimétriques antérieures ont été comparées aux données relevées dans les mêmes conditions sur des échantillons minéraux. Elles confirment que le sol de Mars doit être constitué par une fine poudre de grains absorbants, analogues à la Limonite pulvérisée.

Par photométrie photo-électrique, G. de Vaucouleurs (*Planet. Space Sci.*, Vol. 2, 32, 1960) a étendu les mesures, pour l'ensemble du disque, de 0.33 à 0.69 microns. N. P. Barabashov et ses collègues (*Astr. J. Moscow* 35, no. 2, 1958; 37, no. 2, 1960) ont réalisé des mesures photographiques et retiennent comme échantillon de comparaison l'Ocre ou la Limonite pulvérisée. D'après ses propres mesures, V. V. Sharonov (*Trans. Com. Planet. Phys. U.R.S.S.* no. 2, 1960) (*Astr. Circ. U.R.S.S.* 195, 1959; 208, 1960) retrouve également au laboratoire les propriétés de Mars sur des échantillons de Limonite pulvérisée.

J. D. Strong et W. M. Sinton ont comparé les mesures de variations thermiques reportées plus haut avec la théorie de la production de la chaleur dans le sol et ont conclu que la surface du sol doit être une poudre de grains très petits. Le quartz possède une bande de réflexion caractéristique vers 8.8 microns qui n'a pas été observée, ce qui permet de conclure à l'absence d'une grande proportion de silicate à la surface.

Selon A. Dollfus, (*Handbuch der Physik* 53, Springer Verlag 1961) la variation de la brillance avec l'angle de phase indique une structure générale du sol relativement lisse; les cratères et cavités formés par les impacts de météores selon le même mécanisme que sur la

Lune ont dû être effacés au fur et à mesure de leur formation par le transport de poussières dans l'atmosphère.

Un certain relief est décelé; des dépôts de givre autour des calottes polaires persistent plus longtemps en certains emplacements où l'on observe également des nuages localisés. De très petite nuages apparaissent, disparaissent et se reforment au-dessus de certaines régions qui sont probablement des collines élevées.

#### *Calottes polaires*

Des mesures de diamètres des calottes polaires et des courbes de régression saisonnière ont été relevées, en particulier visuellement au Japon (Comité Japonais pour l'étude de Mars) et photographiquement sur les nombreux documents de l'Observatoire de Meudon.

N. P. Barabashov et I. K. Koval (*Astr. ž. Moscow* **35**, no. 2, 1958) ont discuté des mesures photométriques des calottes polaires en plusieurs couleurs.

A. Dollfus (*Lunar and Planetary Exploration Colloquium* **2**, no. 1, 1960) a tracé la courbe polarimétrique complète des calottes polaires dégagées des nuages en été entre les phases  $0^\circ$  et  $45^\circ$ ; cette courbe confirme l'interprétation antérieure d'un dépôt de givre naturel sous faible pression atmosphérique, en état de sublimation superficielle.

J. H. Focas (Thèse, *Supp. Ann. Aph.*, Paris 1961) (*C.R.* **248**, 626, 1950) a déterminé par des mesures polarimétriques et photométriques simultanées étendues sur un cycle entier d'opposition les conditions de la désagrégation du voile polaire hivernal et l'apparition du dépôt au sol. Le facteur de diffusion du voile nuageux de l'hiver est environ 0.5. Celui du dépôt polaire dégagé au milieu du printemps est 0.62; à la fin de l'été ce dépôt est terni par des poussières.

#### *Variations saisonnières des taches sombres*

D'après les nombreux clichés recueillis à l'Observatoire Lowell et à Bloemfontain, E. C. Slipher (*The Solar System* T. III G. P. Kuiper edit. 1961) a donné une description de nombreux phénomènes de variations relevés depuis 1909.

Grâce à la très nombreuse documentation photographique groupée à l'Observatoire de Meudon, A. Dollfus a étudié les changements saisonniers depuis 1941 (*Handbuch der Physik* (53), Springer Verlag 1961) (*The Solar System*, T. III G. P. Kuiper edit. 1961) et classé les phénomènes en différentes catégories.

Les variations saisonnières générales ont fait l'objet d'une étude photométrique complète par J. H. Focas (Thèse, *Supp. Ann. Aph.* Paris 1961) (*C.R.* **248**, 626, 1959), sur 663 clichés obtenus au Pic-du-Midi par H. Camichel depuis 1943. L'assombrissement saisonnier se manifeste sous forme de deux vagues issues alternativement des deux pôles au début du printemps de l'hémisphère correspondant. Ces vagues se propagent à raison de 35 km par jour, s'affaiblissent, et s'estompent vers la latitude  $22^\circ$  de l'hémisphère opposé. Les régions équatoriales sont soumises alternativement aux deux vagues.

#### *Nature des taches sombres et indications sur l'existence de la vie*

W. M. Sinton (*Lowell Obs. Bull.* **105**, 1959) a réalisé au Mt. Palomar des spectres infrarouges des régions claires et sombres de Mars entre 1 et 3.8 microns, dans lesquels les régions sombres montrent 3 minima de réflectivité à 3.67 microns, 3.56 microns et 3.43 microns. Ceux-ci sont attribuables au radical C-H qui caractérise sur Terre les êtres animés; ils se retrouvent sur différents lichens et des algues.

A. Dollfus (*C.R.* **250**, 463, 1960) a déterminé sur un cycle complet d'oppositions la variation saisonnière de la polarisation des taches sombres. Le changement de polarisation se produit en

synchronisme avec les variations du pouvoir réflecteur et prouve une modification saisonnière de la structure microscopique de la surface. Aucune hypothèse antérieure sur la variation des taches sombres ne rend compte des polarisations observées. De petits organismes vivants répartis sur le sol expliquent au contraire les effets de polarisation et ses variations.

Plusieurs laboratoires, en particulier celui du H. Strughold (*P.A.S.P.* 70, 64, 1958) sont parvenus à faire subsister des êtres vivants simples dans des conditions relativement semblables à celles de la surface de Mars.

#### JUPITER

##### *Observations de la surface*

La British Astronomical Association a continué à grouper les observations visuelles de structures des bandes et de passages au méridien central. L'Observatoire National du Brésil, les Observatoires de Johannesburg et d'Athènes ont particulièrement contribué aux observations.

Des photographies ont été recueillies en lumière jaune à Athènes, Johannesburg, Pic-du-Midi et en plusieurs couleurs aux observatoires du Mt. Wilson et Lowell. De remarquables films en couleur ont été réussis par R. Leighton au Mt. Wilson.

##### *Evolution des centres actifs*

B. M. Peek a groupé et résumé de très nombreuses observations de centres actifs dans un ouvrage intitulé *The Planet Jupiter*, Londres 1958. J. H. Focas a donné dans un graphique les variations d'intensité et de latitude de toutes les bandes de 1857 à 1957 (non publié), ainsi que la description très précise de l'apparition et de la dispersion d'un grand centre d'activité en 1946.

S. Cortesi (*Astronomie* 74, 63, 1960) décrit l'apparition d'une ranimation typique, et catalogue 7 perturbations importantes depuis 1920.

En Union Soviétique S. K. Vsekhsvyatsky (*Astr. Circ. U.R.S.S.* 210, 1960) a étudié les bandes équatoriales. Aux U.S.A., Y. Mintz a cherché des corrélations entre l'apparition des ranimations sur Jupiter et l'activité solaire.

##### *Circulation générale de l'atmosphère*

E. Schoenberg (*Zets. Geofis. Milano* 43, 1959) a précisé l'hypothèse de Emden dans le cas de Jupiter pour l'explication de la grande vitesse du courant équatorial. La théorie de la circulation convective développée par Wasiutinsky a été confrontée avec des observations par J. H. Focas.

##### *Spectroscopie*

A. Bogess et L. Dunkelman ont reporté (*Ap. J.* 129, 236, 1959) le résultat d'une mesure photométrique de Jupiter effectuée à 2700 Å par une fusée à 140 km d'altitude. La réflectivité moyenne est trouvée 0.26, contre 0.38 dans le visible. La diffusion moléculaire pure devrait donner un très grand éclat dans l'ultra-violet. La faible valeur relevée indique une propriété atmosphérique particulière.

A la station d'altitude de Mauna Loa, C. C. Kiess, C. H. Corlis et H. K. Kiess (*Ap. J.* 132, 221, 1960) ont réalisé en 1957 des spectres à grande dispersion entre 8900 et 3600 Å. Les bandes de l'ammoniac à 6450 et 7900 Å ainsi que les quatre bandes classiques du Méthane montrent des structures fines. Quatre raies de l'infra-rouge correspondent à la bande (3.0) de rotation-vibration de H<sub>2</sub>. La comparaison du spectre ultra-violet avec celui de la Lune montre

une déficience de l'éclat qui débute à  $4200\text{\AA}$  et croît jusqu'à la limite du spectre à  $3600\text{\AA}$ , confirmant d'anciennes observations de Vogel. Les auteurs attribuent cette absorption continue à la présence dans l'atmosphère de Tétroxyde d'Azote  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

V. G. Teufel (*Trans. Comm. Planet. Phys. U.R.S.S.* no. 1, 1960) a étudié photométriquement la répartition de l'intensité de la bande du Méthane  $6190.5\text{\AA}$  le long de la zone équatoriale, des bandes tropicales et du méridien central de Jupiter. La variation est trouvée identique à celle du spectre continu voisin.

#### *Radio-émissions*

En accord avec le Président de la Commission 44, le résultat des observations radio-électriques de Jupiter sera exposé dans le rapport de la Commission de Radio-Astronomie. Ces très importantes mesures ont montré que Jupiter possède une ionosphère, que le champ magnétique est supérieur à 2 Gauss, que les radioémissions non thermiques sont entraînées par la rotation diurne comme le ferait une surface solide.

#### *Propriétés de l'atmosphère*

H. C. Urey (*Handbuch der Physik* 52, Springer Verlag 1959) a discuté la structure et la composition de l'atmosphère de Jupiter. M. Nicolet (*Colloque Liège*, 1960) a montré que Jupiter doit être presque dépourvu de thermosphère.

### SATURNE

#### *Observations du disque*

La surveillance du disque a été assurée ces dernières années principalement par R. R. de Freitas Mourao (Rio de Janeiro), T. Cragg et ses collègues (Californie), J. H. Botham et I. R. Brickett (Johannesburg), J. H. Focas (Athènes) les Observatoires du Pic-du-Midi, de Yerkes, etc.

Au Pic-du-Midi, H. Camichel a continué des séries de clichés. A. Lallemand, G. Wlérick et J. Rösch ont tenté des premiers essais de photographie de Saturne avec la caméra électronique.

#### *Etude collective des taches boréales exceptionnelles de 1960*

Au Pic-du-Midi, le 27 Avril 1960 à  $3^{\text{h}} 15^{\text{m}}$  une tache blanche brillante était observée sur le globe à la latitude élevée de  $+40^\circ$ . La Commission 16 a demandé l'observation régulière de ce phénomène très rare.

Les collaborations de M.M. Alexander, Botham, Cragg, Cruikshank, Dollfus, Focas, Heath, Gaherty, Robinson, permirent de grouper 18 dessins et plus de 45 mesures de passage. La période de rotation à la latitude  $40^\circ$  est trouvée égale à  $10^{\text{h}} 39^{\text{m}}$ . Plusieurs petites taches blanches très brillantes sont apparues successivement à la même latitude. Elles se sont épanouies chacune en quelques jours et se sont étirées ensuite en longitude pour constituer une bande brillante ininterrompue.

A. Dollfus (non publié) a mesuré la polarisation du centre du globe entre les angles de phase  $0^\circ.8$  et  $6^\circ.0$  et précisé les anciens résultats de Lyot. Sous la phase  $5^\circ.7$ , les régions tempérées jaunâtres donnaient  $+4.5$  millièmes. La bande brillante blanche donnait la valeur très faible  $+1$  millième analogue à celle des zones claires de Jupiter; la polarisation forte  $+11$  millièmes de la calotte polaire Nord, sombre et d'une couleur verte accentuée, suggère une atmosphère libre dégagée de nuées.

*Observations des anneaux*

A. F. Cook et F. A. Franklin ont obtenu des mesures photométriques en 4 couleurs de Saturne et de son anneau, durant l'opposition de 1959.

H. Camichel (*Ann. Astrophys.* **21**, 231, 1958) a mesuré l'éclat des anneaux sur les photographies de Saturne qu'il a réalisées au Pic-du-Midi depuis 1943. Au maximum d'ouverture les anneaux A et B ont respectivement 0.60 et 0.78 fois la brillance du centre du disque. L'éclat de B décroît légèrement de l'extrémité de son grand axe vers son petit axe, et rapidement avec la hauteur du Soleil au-dessus du plan des anneaux.

Ces clichés ont été composites à l'Observatoire de Meudon et font ressortir une bande brillante contre le rebord intérieur de A, un minimum d'éclat étroit au milieu de B et un minimum large près du bord interne de B, suivi d'un maximum étroit à la limite même de B (*The Solar System*, T. III, G. P. Kuiper édit., 1961). A. Dollfus a complété les résultats précédents par l'observation visuelle à grand pouvoir résolvant aux Observatoires McDonald et au Pic-du-Midi, et établi une coupe photométrique des anneaux montrant 8 faibles minima d'éclat (loc. cit.).

Le 24 Avril 1960 l'anneau A a occulté l'étoile BD-21°5359. A Rio-de-Janeiro, R. R. de Freitas Mourao a observé le début de l'occultation, précédée d'un affaiblissement et suivie à travers l'anneau de plusieurs variations d'éclat rapides et de disparitions totales de l'étoile. L'anneau A doit donc être entouré à l'extérieur de matières absorbantes; Les particules qui le composent doivent être de dimensions très variables et les plus grosses d'entre elles occultaient complètement l'étoile à certains moments.

La polarisation de la lumière mesurée le long de l'anneau B par A. Dollfus durant 3 oppositions entre les angles de phase 1° et 6° se décomposent pour une part en une vibration polarisée de 1 à 4 millièmes dans les plans contenant le Soleil et la Terre, conciliable avec l'hypothèse d'une structure de givre ou de poudre blanche. Une autre composante est polarisée dans la direction de la trajectoire des particules, ou perpendiculairement selon la valeur de l'angle de phase; elle indique que les blocs constitutifs de l'anneau doivent être striés, ou allongés dans le sens offrant le minimum de section au déplacement.

L'anneau A, plus transparent, montre des polarisations encore plus complexes.

*Etudes théoriques sur les anneaux*

M. S. Bobrov (*Astr. ž. Moscow* **36**, no. 1, 1959; **37**, no. 2, 1960) a amélioré la théorie de Seeliger sur l'effet photométrique des ombres portées par les blocs les uns sur les autres, en tenant compte du diamètre apparent du Soleil. Un choix raisonnable de paramètres permet d'accorder la théorie avec les mesures de Schoenberg sur la brillance de l'anneau B en fonction de l'angle de phase.

Les anciens calculs de Maxwell sur la stabilité dyanamique des anneaux ont été améliorées par A. F. Cook et F. A. Franklin en tenant compte de l'épaisseur des anneaux et des collisions entre les particules. Les auteurs ont étudié également la capture des particules solaires par l'anneau (*Smithsonian Contr. Astrophys.* **2**, no. 13, 1958).

*Diamètres, structures internes et formation des Planètes*

Etant donné la très grande quantité de travaux résumés ci-dessus sur la surface et l'atmosphère des Planètes et de la Lune, les progrès réalisés depuis 1958 sur les structures intérieures, dimensions et origines des Planètes seront résumées dans le prochain rapport.

A. DOLLFUS  
Président de la Commission