

48. *Techn. Rep.* JPL. no. 32, 429.
49. Sagan, C. *Icarus*, **1**, 151, 1962.
50. Sagan, C., Kellog, W. W. *Ann. Rev. Astr. and Astroph.*, **1**, 235, 1963.
51. Tolbert, C. W., Straiton, A. W. *J. geophys. Res.*, **67**, 1741, 1962.
52. Jones, D. E. *Planet. and Space Sci.*, **5**, 166, 1961.
53. Kuzmin, A. D., Salomonovitch, A. E. *Astr. Zu.*, **38**, 1115, 1961 (trad. angl., *Soviet Astr.*, **5**, 851, 1962).
54. Priester, W. *et al.* *Nature*, **196**, 464, 1962.
55. Scarf, F. L. *J. geophys. Res.*, **68**, 141, 1963.
56. Pettengil, G. H. *et al.* *Astr. J.*, **67**, 181, 1962.
57. Smith, W. B. *Astr. J.*, **68**, 15, 1963.
58. Victor, W. K., Stevens, R. *Space Res.* III, 886, 1963.
59. Goldstein R. M., Carpenter R. L. *Science*, **139**, 910, 1963.
60. Kotelnikov, V. A. *et al.* *Dokl. Akad. N. SSSR*, **145**, 1035, 1962.
61. Thomson, J. H. *et al.* *Nature*, **190**, 519, 1961.
62. Maron, I. *et al.* *Science*, **134**, 1419, 1961.
63. Muhleman, D. O. *Icarus*, **1**, 401, 1963.
64. Öpik, E. J. *J. geophys. Res.*, **66**, 2807, 1961.
65. Rasool, S. I., Jastrow, R. *Amer. Inst. Aeronaut. and Astronaut. J.*, **1**, 6, 1963.
66. Proc. Third Intern. Space Sci. Symp., Washington, 1962. *Space Res.* III. North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1963.
67. Plass, G. N., Stull, V. R. *J. geophys. Res.*, **68**, 1355, 1963.
68. Ohring, F., Coté, O. *Geophys. Corp. of Amer. Techn.* no. 63, 6 N, 1963.
69. Kellog, W. W., Sagan, C. *Rep. Space Sci. Board*, Nat. Acad. Sci. Washington, no. 944, 1961.

LA PLANÈTE MARS

La période concernée couvre les deux oppositions de 1960 et 1963.

Observations collectives

Les observations photographiques coordonnées par la présente Commission de l'UAI sont dues plus particulièrement aux Observatoires de Table Mountain, U.S.A. (Cf. Capen, etc.), New Mexico University, U.S.A. (C. Tombaugh et B. Smith), Harvard, U.S.A. (A. Young, etc.), Pic-du-Midi, France (H. Camichel, A. Dollfus, etc.), Haute-Provence, France (P. Guérin), Athènes, Grèce (J. Focas), Kwasan, Japon (S. Miyamoto). Les collections de clichés sont en cours de groupement aux deux Centres de Documentation de l'UAI à Meudon et à Flagstaff. Les clichés originaux calibrés ont été mesurés photométriquement à Meudon par J. Focas.

Les mesures polarimétriques demandées par la Commission ont été recueillies au Pic-du-Midi, France (A. Dollfus, etc.), à Athènes, Grèce (J. Focas), en U.R.S.S. (V. I. Morozenko), à Harvard (A. Young, etc.) et sont étudiées à Meudon pour la recherche des nuages, voiles et impuretés de l'atmosphère martienne. Les études visuelles les plus élaborées sont parvenues de S. Miyamoto, C. Tombaugh, J. Focas, A. Dollfus.

Topographie

L'ensemble des mesures de coordonnées classiques anciennes a été discuté par G. de Vaucouleurs qui étudie les erreurs (1, 2), qui a effectué et réduit en outre de très nombreuses mesures nouvelles sur les clichés obtenus en 1956 par R. Leighton. H. Camichel effectue de nouvelles déterminations de coordonnées pour 1960.

G. de Mottoni, utilise les documents du Centre de l'UAI de Meudon pour établir les nouvelles cartes planisphères des oppositions de 1960 et 1963. S. Ebisawa a établi une carte sur les documents japonais. Ces documents, les clichés des Centres de l'UAI, ainsi que les rapports des observateurs visuels précités donnent les éléments descriptifs des variations et des configurations du sol. Ils permettent aussi la recherche des nuages, en relation avec les mesures polarimétriques.

E. C. Slipher a étudié très en détail la topographie du sol de 1907 à 1960 (3); il distingue les variations saisonnières et séculaires, les taches temporaires, d'éventuels assombrissements au pourtour des nuages denses, etc.

A. Dollfus classe également les variations des taches sombres et étudie leurs structures fines grâce à l'observation visuelle (4). Les variations saisonnières des structures fines sont décrites par J. Focas (5).

Les études des petits nuages et de blanchissement au limbe conduisirent C. Tombaugh (6) et J. Focas à admettre que les régions claires représentent souvent de hauts plateaux. La morphologie du relief doit être gouvernée en grande partie par les impacts des météores accumulés sur le sol martien. A. Dollfus a confirmé que les saillies du pourtour des calottes qui retiennent le givre le plus longtemps sont souvent couvertes de petits nuages au printemps et s'expliquent par des sommets élevés. Des blancheurs dans Amazonis et autour de Nix Olympica révèlent la polarisation de la lumière caractéristique du givre et doivent être aussi des régions élevées.

Nature du sol

Les nouvelles mesures de polarisation recueillies sur les calottes polaires confirment l'interprétation d'un dépôt de givre sous faible pression atmosphérique reproduite au laboratoire par A. Dollfus en 1958. Les spectres I.R. des calottes polaires de V. I. Moroz confirment les caractères de la réflectivité du givre indiqué par G. P. Kuiper en 1958.

I. K. Koval, V. G. Teifel, N. B. Ibrahimov, I. I. Lebedeva et leurs collaborateurs ont précisé de nombreuses données photométriques de la surface du disque, de l'U.V. à l'I.R., en particulier l'assombrissement au bord. La variation spectrale du facteur de diffusion de 0.6 microns à 0.32 microns a été déterminée par P. Guérin (1).

I. I. Lebedeva et V. V. Charonov (1, 7), ont mesuré les propriétés photométriques et spectrales des oxydes de fer, limonite en poudre, dont la présence fut indiquée en 1951 par les mesures de polarisation du Pic-du-Midi.

Les interprétations des mesures photométriques et polarimétriques des régions claires du sol martien ont été discutées à nouveau au Colloque *Remote Investigation of Martian Biology* (Boston, 1964). La limonite pulvérisée semble continuer à être considérée comme l'explication la plus satisfaisante.

L'étude des échos radar sur 700 MHz par A. M. Shackovsky révèle une composante brève initiale provenant du centre du disque et caractérise des étendues planes de plusieurs kilomètres de côté dans les régions claires. Les études semblables entreprises à la station du J. P. L. de Goldstone par Gillmore et Goldsten donnent un pouvoir réflecteur moyen de 3%. Les régions optiquement sombres, comme Syrtis Major, semblent donner une réflectivité plus grande que les continents clairs pour la longueur d'onde 12.5 cm du radar (8).

Conditions biologiques

Les taches sombres manifestent des variations saisonnières de contraste et de couleur qui se propagent depuis les pôles vers l'équateur. L'hypothèse de taches sombres plus lisses et passagèrement recouvertes par des poussières transportées par les vents saisonniers se heurte aux mesures polarimétriques et photométriques qui révèlent une rugosité comparable dans toutes les régions (A. Dollfus). L'hypothèse de l'émission de cendres volcaniques déposées dans la direction des vents dominants (McLaughlin, 1955) s'oppose aux aspects révélés par l'observation visuelle sous fort grossissement. Les sels hygroscopiques colorés par l'U.V. et décolorés par la vapeur d'eau invoqués par A. Dauvillier donnaient une polarisation de la lumière très différente de celle observée par A. Dollfus. On a suggéré récemment la transformation de la poudre de limonite couvrant le sol Fe_2O_3 hydraté jaune en Fe_3O_4 noir avec réduction en été et réoxydation en hiver, mais le mécanisme semble mal défini.

L'hypothèse de l'intervention d'organismes biologiques a donc dû être approfondie. Le Cospar a consacré un colloque particulier (*Extraterrestrial Biology and Methods of Detection of Extraterrestrial Life* (Varsovie, 1963), et créé un groupe de recherche. L'American Institute of Biological Sciences a organisé un Colloque *Remote Investigation of Martian Biology* (février 1954, C. Sagan, organisateur). Les rapports de ces réunions seront publiés.

Les nouvelles mesures polarimétriques relevées par la coopération internationale de l'UAI confirment la modification de polarisation des taches sombres lors de leurs variations saisonnières, indice d'un changement saisonnier de la structure microscopique très difficile à expliquer sans le recours à des formes animées.

Les nouvelles analyses spectrales de W. Sinton confirment les bandes d'absorption des régions sombres à 3.45 microns, 3.58 microns et 3.69 microns (9). De nombreux interférogrammes obtenus à Palomar en 1963 sont en cours de dépouillement. V. I. Moroz observe les bandes à 3.59 microns et 3.63 microns. Les bandes 3.45 et 3.58 semblent attribuables aux liaisons carbone-hydrogène dans les carbohydrates et les protéines organiques. N. B. Colthup attribue la bande 3.69 à l'acide aldéhyde organique (10). Mais, selon D. G. Rea, l'acétaldéhyde pourrait se trouver à l'état gazeux dans les régions martiennes où la température est assez élevée (11). D. G. Rea, T. Belsky et M. Calvin ont montré, par des mesures au laboratoire, que la bande 3.45 microns pourrait s'expliquer par des carbonates inorganiques. Les autres bandes ne se retrouvent que sur du $PbCO_3$ dont l'abondance paraîtrait déraisonnable sur Mars (12). Finalement, l'hypothèse d'organismes animés demeure particulièrement vraisemblable.

C. Sagan a étudié la température probable du sol martien lors de l'assombrissement saisonnier décrit par J. Focas et attribué à la vie; les valeurs généralement supérieures à 290°K semblent compatibles avec le développement d'organismes biologiques. A. Dollfus, d'une part, I. Spinrad et L. D. Kaplan, d'autre part, ont décelé la vapeur d'eau sur Mars en quantités suffisantes pour permettre les processus biologiques (cf. plus loin). E. J. Hawrilewicz, d'une part (13), C. Sagan et collaborateurs, d'autre part (14), ont reconstitué dans des enceintes des conditions de sol, d'atmosphère, de température et de radiations proches de celles de Mars; des microorganismes s'y développèrent lorsque la teneur en eau était suffisante.

Diamètre du globe

A. Dollfus a publié les mesures des diamètres équatoriaux De et polaires Dp relevés au Pic-du-Midi en 1954, 1956 et 1958 avec le micromètre biréfringent (15). Les valeurs $De = 9''43$ et $Dp = 9''31$ à 1 u.a. sont données à 3 millièmes près. Après correction de l'effet de l'atmosphère au bord du disque, on trouve $De = 6790$ km et $Dp = 6710$ km; en admettant la masse 6.606×10^{26} grammes de Brouwer et Clemence, la densité moyenne du globe est 4.09.

J. Focas confirme à Athènes en 1963, avec un micromètre semblable, $De = 9''40$ et $Dp = 9''30$.

L'ellipticité optique $De-Dp/De$ vaut 0.0117, soit environ le double de l'ellipticité dynamique 0.0051 déduite par Woollard de la perturbation des satellites. Selon D. L. Lamar un manteau superficiel d'épaisseur nulle aux pôles et 176 km à l'équateur, en équilibre isostatique, expliquerait cette différence (16). Selon S. K. Runcorn, la convection dans l'intérieur du globe pourrait rendre compte de ces valeurs. E. J. Öpik invoque une atmosphère plus transparente aux pôles (17).

Les mesures de A. Dollfus en lumière bleue donnent les mêmes valeurs qu'en rouge; le phénomène signalé jadis par Wright de l'accroissement du diamètre en bleu est négligeable. F. Link explique les anciens résultats de Wright par l'effet combiné de l'éclat de l'atmosphère au bord du disque et de la courbe de noircissement de l'émulsion photographique (1).

En 1956, pendant le développement du grand voile jaune exceptionnel, les mesures de diamètres relevées au Pic-du-Midi en rouge, vert et bleu dépassent systématiquement celles des autres années d'environ 30 km.

Propriétés générales de l'atmosphère

Les propriétés physiques de l'atmosphère de Mars ont été discutées par M. H. Davis (18), D. Menzel (1), I. Rasool et R. Jastrow (12), G. F. Schilling, (19, 20, 1), W. W. Kellog et C. Sagan (21).

Les propriétés optiques et de polarisation de l'atmosphère et de ses impuretés ont fait l'objet d'études théoriques par E. J. Öpik (17, 22), V. V. Charonov (1), N. P. Barabashev (1), Z. Sekera (23), K. L. Coulson, M. Lotman et D. N. Vachon (24), etc.

De nouvelles mesures ont été faites par T. Gehrels, par I. K. Koval et A. V. Morozenko, par P. Guérin (1).

J. W. Chamberlain discute les propriétés de l'exosphère martienne (25, 1), G. Yanov de l'ionosphère (26, 27), A. Arking et I. Rasool (28), ainsi que H. K. Paetzold (1) de la couche d'ozone, G. Ohring de la température (1).

Composition de l'atmosphère

Les déterminations classiques de la pression atmosphérique par la polarisation de la lumière de A. Dollfus conduisaient à la valeur 83 mb; elles ont été rediscutées par G. P. Kuiper qui examine l'effet que produirait de très fines particules en suspension dans l'air; G. P. Kuiper estime la valeur 83 mb comme une limite supérieure (29). Comparant les intensités de la raie spectrale saturée du CO₂ voisine de 1.6 micron sensible à la pression, observée par Kuiper et Sinton, avec les raies faibles non sensibles à la pression L. D. Kaplan, G. Münch et I. Spinrad ont calculé une valeur de la pression atmosphérique au sol 25 ± 15 mb. A l'aide d'un tube à gaz donnant un parcours de 80 mètres, éclairé par la lumière solaire et contenant un mélange de CO₂ et N₂ sous pressions variables, G. P. Kuiper a reproduit au laboratoire les intensités relatives des raies du CO₂ observées dans les spectres de Mars. Le meilleur résultat donne le rapport CO₂/N₂ = 1/4, et une pression atmosphérique de l'ordre de 12 mb seulement. Dans la nuit du 1er mars 1963, le ballon stratosphérique automatique américain Stratoscope II a donné des spectres de Mars entre 1.8 et 2.8 microns; les fortes bandes du CO₂ à 2.0 et 2.6 microns, comparées aux faibles bandes des spectres du Mt Wilson donnèrent à Woolf et Schwarzschild la valeur de la pression 80 mb avec une précision faible.

Les mesures de la quantité de CO₂ dans l'atmosphère martienne ont été entreprises simultanément par les mêmes observateurs précédents. Kaplan et ses collègues trouvent 55 ± 20 mètres-atmosphère, G. P. Kuiper donne 50 m-atm., Woolf conclut 60 m-atm.

La présence de la composition isotopique C¹³O₂¹⁶ a été prouvée par l'observation de la bande 2.11 microns, par V. I. Moroz ainsi que par G. P. Kuiper.

C. C. Kiess confirme une faible et large dépression spectrale vers 5100 Å qu'il attribue à NO₂; il discute les réactions possibles entre NO₂ et N₂O₄ (30, 31). Cependant, d'après ses spectres, W. M. Sinton estimait la quantité maximum de NO₂ inférieure à 2.2 mm-atm (32). H. Spinrad conclut aussi à une teneur limite extrêmement faible (33). J. A. Adamchik (34), ainsi que E. J. Öpik (17) et d'autres, estiment les réactions d'équilibre entre NO₂ et N₂O₄ proposées trop instables.

La découverte de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars en 1963 est particulièrement importante. Les mesures spectrophotométriques de la bande 1.4 micron de H₂O effectuées en ballon stratosphérique et en haute montagne au Jungfraujoch par A. Dollfus conduisirent à trouver la vapeur d'eau sur Mars, la hauteur d'eau précipitable paraissant voisine de 150 microns (35, 36). Simultanément, L. D. Kaplan, G. Münch et H. Spinrad observaient sur Mars au Mt Wilson la bande 8300 Å de H₂O déplacée par l'effet Doppler; la calibration du spectre par D. Rank donne 1.4 microns. Le spectre à faible résolution obtenu le 1er mars 1963 par le ballon Stratoscope II ne semble pas montrer nettement les bandes de l'eau.

J. Adamchik (37) étudie l'équilibre thermodynamique entre la pression de vapeur de l'eau

et la limonite (goethite hydratée) qui constitue vraisemblablement la surface du sol martien et calcule pour ce seul processus une quantité d'eau dans l'atmosphère comprise entre 6×10^{-2} et $2 \cdot 10^{-4}$ gr cm^{-2} selon la température. A. I. Lebedinsky et G. I. Salova (38) étudient l'évaporation des calottes polaires et la diffusion atmosphérique; ils donnent pour quantité d'eau probable dans l'atmosphère $1.5 \cdot 10^{-3}$ gr cm^{-2} seulement. C. Sagan (39) calcule la pression de vapeur au-dessus des calottes polaires et l'effet de serre; il conclut à une quantité d'eau comprise entre 10^{-3} et $2 \cdot 10^{-2}$ gr cm^{-2} .

Circulation générale de l'atmosphère

Le calcul de la circulation atmosphérique dans le cas de Mars a été entrepris par Y. Mintz (40), à partir de l'échange de chaleur entre les pôles et l'équateur. Pendant l'hiver martien, la variation de température avec la latitude caractérise un régime turbulent de Rossby à plusieurs cellules circumpolaires, comme sur la Terre. En été, la variation de température avec la latitude semble diminuer et devenir inférieure à la valeur limite nécessaire au régime de Rossby, laissant une circulation méridienne avec transport régulier des masses d'air entre le pôle froid et l'équateur.

A l'Observatoire japonais de Kwasan, S. Miyamoto a relevé plusieurs déterminations de positions et déplacements de nuages blancs et jaunes, sur Mars de 1956 à 1963 (41); il a comparé ces mouvements avec les prédictions de Mintz. Les époques d'évaporation des calottes polaires devraient correspondre aux périodes de régime à transport régulier; il semble en effet que la vapeur d'eau diffuse progressivement vers l'équateur. Ce régime devrait être caractérisé par un amortissement des perturbations occasionnelles, mais aussi par une persistance des perturbations liées à la topographie constante; les déplacements des nuages semblent en effet associés souvent à la répartition des taches sombres. Les observations ne sont pas assez nombreuses pour vérifier le régime turbulent prévu en hiver.

Les nombreuses observations recueillies par la coopération internationale de 1956 ont été analysées à Meudon par G. de Mottoni, qui a dressé des cartes des mouvements des voiles jaunes. Les vents transportèrent de tels nuages notamment en contournant la tache très sombre *Depressio Hesperontica* qui se comportait comme un anticyclone; la circulation paraissait dans l'ensemble gouvernée par les conditions topographiques.

E. C. Slipher (3) a publié de très nombreux documents photographiques parmi ceux obtenus par lui depuis 1907; il a montré d'excellents cas de déplacements de nuages. La récurrence de mêmes trajectoires, souvent le long des contours des taches sombres, semble ressortir de cette grande étude.

De plus, E. C. Slipher (3), C. Tombaugh (6), A. Dollfus (à paraître) ont étudié séparément en grand détail les formations météorologiques permanentes de voiles de cristaux, leurs persurances aux bords levants et au-dessus de certaines régions claires.

Voiles jaunes

Les Centres de Documentation de la Commission à Meudon et Flagstaff regroupent la plupart des cas de voiles jaunes observés. La grande monographie de E. C. Slipher donne de nombreux exemples de nuées observées dans le passé. Les travaux cités de Miyamoto, de Mottoni, Dollfus et de la Coopération Internationale de la présente Commission établissent de nouveaux cas de nuages jaunes. La récurrence de ces voiles au-dessus de certaines régions paraît fréquente; ces voiles débutent toujours au-dessus des régions claires, et souvent à partir d'un nuage blanc de cristaux de glace. Leurs apparitions semblent limitées aux époques du printemps et ils sont plus fréquents dans l'hémisphère Sud.

G. P. Kuiper (29), ainsi que A. Dollfus (à paraître) ont appliqué la loi de Stokes à l'étude de la vitesse de chute des grains dans l'atmosphère martienne; les documents de la coopération

internationale de 1956 donnent la persistance des voiles et, par suite, la dimension des grains, le plus souvent compris entre 2 et 10 microns.

Les propriétés photométriques des voiles jaunes, mesurées sur les clichés du Pic-du-Midi, caractérisent des particules très absorbantes malgré leurs faibles diamètres, ayant même couleur jaune clair et même pouvoir réflecteur que les grains les plus fins des échantillons de limonite pulvérisée reproduisant les propriétés du sol martien.

Les mesures polarimétriques relevées au Pic-du-Midi et à Athènes ne peuvent s'expliquer que par de très petits grains constitués d'un matériau très absorbant (42).

Voiles bleus

E. C. Slipher consacre un chapitre de son ouvrage aux voiles bleus et à leurs brusques disparitions. La variation d'opacité de la couche absorbante violette, étudiée de 1922 à 1960, ne montre que des corrélations faibles avec la longitude martienne, la saison, la date de l'opposition, etc. Les éclaircies ne concernent pas toute la planète à la fois, mais des régions localisées; leurs apparitions soudaines ne sont pas favorables à l'hypothèse de particules de poussière, mais plutôt à la disparition de cristaux volatiles; l'albedo trop élevé des cristaux diélectriques suggère un mélange de particules de carbone agissant comme catalyseur, et de petits cristaux de glace. Selon A. G. Wilson (43), des particules de carbone ne permettraient pas d'expliquer les éclaircissements passagers, mais pourraient fournir les noyaux nécessaires à la formation de condensations.

E. J. Öpik (17) remarque que des particules diélectriques diffusant vers l'avant ne diminueraient pas l'éclat apparent du sol; que la diffusion vers l'arrière donnerait une brillance trop forte et que la diffusion latérale est un phénomène trop rare; il conclut à la nécessité d'une absorption propre. Cependant G. P. Kuiper admet que, étant donné le très faible pouvoir réflecteur du sol, des particules diélectriques diffusant principalement vers l'avant, et faiblement vers l'arrière, rendraient compte des faits. Des petits grains de poussière ayant des diamètres d'une fraction de longueur d'onde se comporteraient probablement ainsi. On comprend cependant mal leurs disparitions brusques lors des éclaircissements de la couche.

P. Werneck et F. F. Marmo invoquent de faibles traces variables de NO_2 (44), C. Sagan rejette l'hypothèse de l'action des protons solaires (45), Z. Kviz invoque les collisions avec les nuages de poussière cosmique (46), qui n'expliqueraient pas non plus les disparitions brusques.

Cependant, dans le violet et l'U.V., le pouvoir réflecteur des régions claires devient aussi faible que 0,05, les taches sombres semblent avoir un éclat peu différent et les contrastes relatifs entre les régions du sol deviennent très faibles; il suffit probablement d'une obscuration atmosphérique additionnelle infime pour faire disparaître complètement tous les détails, sauf la calotte polaire qui reste en effet toujours très bien visible. La couche violette permanente peut ne correspondre qu'à des impuretés atmosphériques extrêmement tenues. L'apparition additionnelle de faibles voiles bleus, légèrement plus brillants, et formés préférentiellement au-dessus des territoires clairs, pourrait suffire à reconstituer occasionnellement l'apparence des taches sombres.

BIBLIOGRAPHIE

1. Coll. Intern. Astrophys., Liège, 1962, *La Physique des Planètes*. Publ. Inst. Astrophys., Cointe-Sclassin, 1963.
2. Vaucouleurs, G. de Harvard Obs. U.S. AF, CRL Rep. no. 818.
3. Slipher, E. C. *The photographic Story of Mars*. Sky Publ. Corp. Cambridge, Mass. and Northland Press, Flagstaff, Ariz., 1962.
4. Dollfus, A. *Handbuch der Physik*, 54, p. 180. Springer Verlag, 1962.
5. Focas, J. *Planet. and Space Sci.*, 9, 371, 1962.
6. Tombaugh, C. U.S. Air Force, CRL, Rep. no. 676.

7. Lebedeva, I. I., Charonov, V. V. *Soviet Astr.*, **5**, 199, 1961.
8. Gillmore, W. F., Goldstein, R. M. *Science*, **141**, 1171, 1963.
9. Sinton, W. *Science*, **132**, 529, 1961.
10. Colthup, N. B. *Science*, **134**, 529, 1961.
11. Rea, D. G. *Space Sci. Rev.*, **1**, 159, 1961.
12. Fourth Intern. Space Sci. Symp., Varsovie, 1963. *Space Res. IV* (sous presse).
13. Hawrilewicz, E. J. *Nature*, **193**, 497, 1962.
14. Packer, E., Scher, S., Sagan, C. *Icarus*, **2**, 293, 1963.
15. Dollfus, A. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **255**, 2229, 1962.
16. Lamar, D. L. *Icarus*, **1**, 258, 1962.
17. Öpik, E. J. *Progress Astronaut. Sci.*, **1**, 268, 1962.
18. Davis, M. H. Rand 2817, JPL, Rep. 1961.
19. Schilling, G. F. Rand 402, JPL, Rep. 1962.
20. Schilling, G. F. Rand 3885, Pr. Rep. 1963.
21. Kellog, W. W., Sagan, C. *Rep. Space Sci. Board*, Nat. Acad. Sci., Washington, no. 944, 1961.
22. Öpik, E. J. *J. geophysic. Res.*, **65**, 3057, 1960.
23. Sekera, Z. *J. geophysic. Res.*, **67**, 1656, 1962.
24. Coulson, K. L., Lotman, M., Vachon, D. N. *Gen. Electric Techn. Rep.*, no. R. 62. SD. 71 et 58.
25. Chamberlain, J. W. *Astrophys. J.*, **136**, 582, 1962.
26. Yanov, G. *Douglas Aircraft Eng. Pap.* no. 974, 1961.
27. Yanov, G. *J. astronaut. Sci.*, **8**, 103, 1961.
28. Arking, A., Rasool, I. *Amer. geophysic. Un. Trans.*, **43**, 459, 1962.
29. Kuiper, G. P. *Commun. Lunar and Planet. Lab.* (Tucson), no. 31, 1963.
30. Kiess, C. C. *et al.* *Astr. J.*, **67**, 579, 1962.
31. Kiess, C. C. *et al.* *Publ. astr. Soc. Pacif.*, **75**, 50, 1963.
32. Sinton, W. M. *Publ. astr. Soc. Pacif.*, **73**, 125, 1961.
33. Spinrad, H. *Publ. astr. Soc. Pacif.*, **75**, 190, 1963.
34. Adamchik, J. A. *Publ. astr. Soc. Pacif.*, **74**, 328, 1962.
35. Dollfus, A. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **256**, 3009, 1963.
36. Dollfus, A. *Astronomie*, Fév. 1964, p. 61.
37. Adamchik, J. *Planet. and Space Sci.*, **11**, 355, 1963.
38. Lebedinsky, A. I., Salova G. I. *Soviet Astr.*, **6**, 390, 1962.
39. Sagan, C. *Astr. J.*, **66**, 52, 1961.
40. Mintz, Y. *The Atmosphere of Mars and Venus*. U.S. Acad. Sci. Publ., Washington, 1961, p. 944.
41. Miyamoto, S. *Contr. Inst. Astrophys. Kwasan Obs.*, no. 124 et 125, 1963.
42. Lunar and Planet. Coll. 1961, II, no. 3.
43. Wilson, A. G. *Rand Commun.* P-2068, 1961.
44. Werneck, P., Marmo, F. F. *J. atmosph. Sci.*, **20**, 236, 1963.
45. Sagan, C. *Icarus*, **1**, 70, 1962.
46. Kviz, Z. *Bull. astr. Inst. Csl.*, **12**, 150, 1960.

LA PLANÈTE JUPITER

Observations visuelles et photographiques de Jupiter

Un ouvrage d'ensemble publié par B. M. Peek, intitulé *Jupiter* (Faber and Faber, London 1958) résume nos connaissances sur les aspects et mouvements des détails dans les bandes de Jupiter, et contient de très nombreuses informations.

Le Dr E. C. Slipher prépare la publication commentée d'un grand nombre de clichés de Jupiter choisis parmi les collections de photographies qu'il a recueillies depuis 1907.