

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.

Les phénomènes atmosphériques ont été étudiés au cours des apparitions des années 1960 à 1963 par la Société Astronomique de France (M. Marin (1, 2)), par la Société Astronomique Italienne (3), par la British Astronomical Association, sous la direction de W. E. Fox, par l'Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO), etc. En outre l'étude visuelle des centres actifs a été particulièrement développée par J. H. Focas à l'Observatoire d'Athènes et par A. Herring à Tucson et Hawaï. R. R. de Freitas Mourao (4) a mesuré les latitudes des bandes en 1960.

Le Centre de Documentation de l'UAI à Meudon a reçu de nombreux clichés photographiques obtenus au Pic-du-Midi à travers plusieurs filtres de 3200 Å à 9000 Å (H. Camichel, M. Marin, E. Maurice, A. Dollfus), des collections d'images, dont certaines en couleurs, de Table Mountain Observatory (C. Capen, R. Newburn, etc.), des clichés en quatre couleurs de l'Observatoire de Haute-Provence (P. Guérin), etc. Certains planisphères ont déjà été établis et montrent l'évolution des bandes et centres actifs. Les mesures donnent des périodes de rotation.

Phénomènes atmosphériques

La région équatoriale de la planète s'est assombrie au cours des années 1960 à 1963 et reproduisit à nouveau l'aspect présenté de 1881 à 1885, lorsque les deux bandes équatoriales et la zone claire équatoriale se soudèrent en une seule bande sombre. L'activité dans la zone équatoriale de la planète commença en 1958 par l'apparition de filaments de plus en plus nombreux qui, en 1951, formèrent un voile épais; les mesures photométriques de J. H. Focas (11) donnent l'assombrissement maximum de la zone équatoriale en 1962; la régression commença en 1963. Les mêmes conclusions sont données par W. E. Fox (5).

De fortes perturbations dans la zone tempérée australe ont été étudiées à l'Observatoire d'Athènes par J. H. Focas et C. Banos (6), ainsi que leurs répercussions sur la Tache Rouge et sa position en longitude.

La position de la Tache Rouge et ses changements ont été étudiés par J. Meeus (7) et R. A. McIntosh (8) de 1957 à 1962; la longitude calculée dans le Système II augmentait et des échanges de matière claire et sombre se sont manifestés.

B. M. Peek (9) a étudié la durée de vie de la 'grande perturbation australe' et conclut que ce phénomène persista de 1901 à 1947.

Les propriétés générales de l'activité atmosphérique sur Jupiter ont été exposées en détail par J. H. Focas (10). La quantité totale de matière sombre a été étudiée à Athènes par photométrie des clichés photographiques par J. H. Focas et C. Banos (11) de 1952 à 1963; un minimum d'activité totale est noté en 1960, ainsi qu'une inversion de l'intensité de l'activité entre les deux bandes équatoriales.

Photométrie

G. Wlérick et ses collègues ont obtenu des clichés de Jupiter à 5850 Å avec la caméra électronique de Lallemand; les coupes photométriques de la planète donnant l'assombrissement au bord du disque sont corrigées de diverses causes d'étalement en utilisant la méthode de Van Cittert adaptée aux calculateurs électroniques (12, 13).

En 1962, V. G. Teifel a comparé spectrophotométriquement Jupiter et la Lune et confirmé l'existence d'une absorption progressive vers l'ultraviolet (14, 15). Selon les mesures photo-électriques de H. Spinrad (16), cette absorption ne peut s'expliquer par N_2O_4 .

R. L. Younkin et G. Münch (Colloque Liège) donnent des courbes de répartition spectrale de l'énergie et du pouvoir réflecteur de 3300 Å à 8000 Å. Des spectres et des clichés en 4 couleurs de la Tache Rouge et des régions voisines obtenus en France par P. Guérin montrent

que cette tache produit une large absorption débutant dans le jaune-vert et maximum dans le violet.

Polarimétrie

La polarisation de la lumière a été mesurée près des pôles et au limbe en six longueurs d'onde, comprises entre 3200 et 10 000 Å, par T. Gehrels (17); le résultat est conforme à celui prévu par la diffusion multiple dans une atmosphère transparente au-dessus des nuages; la couche nuageuse doit être partiellement résorbée près des pôles.

Les courbes de polarisation en fonction de l'angle de phase ont été mesurées en lumière jaune au Pic-du-Midi et en infrarouge vers 1 micron à Meudon par M. Marin et A. Dollfus; ces deux courbes semblables paraissent confirmer que l'atmosphère au-dessus des nuages doit être polluée par quelques impuretés.

Mesures thermiques

Le réflecteur Hale de 5 m du Mt Palomar a été utilisé par B. C. Murray et R. L. Wildey (18) pendant 5 nuits pour un examen détaillé de l'émission thermique entre 8 et 14 microns sur la surface du disque de Jupiter, avec un orifice explorateur de 5.6 secondes d'arc. La température déduite est maximum au centre du disque et vaut 128.5 °K; elle décroît régulièrement vers les bords et devient 125.5 °K à la distance de 0.8 rayon du centre. Aucune différence systématique n'est trouvée entre les bandes sombres et les zones claires, ni entre les pôles et le limbe.

Un signal positif très fort a été enregistré lorsque l'orifice explorateur recouvrit la tache de l'ombre projetée par le satellite I sur le disque. Ce surprenant phénomène n'est pas expliqué.

Etude spectrale

De nouveaux spectres infrarouges de Jupiter ont été recueillis entre 0.9 et 2.0 microns avec un spectrophotomètre à cellule au sulfure de plomb donnant une résolution élevée par G. P. Kuiper (19). Toutes les raies et bandes observées peuvent s'expliquer par les absorptions du CH₄ et du NH₃ seulement. V. I. Moroz (20, 21) a recueilli des spectres analogues entre 0.9 et 2.5 microns; les résultats confirment dans l'ensemble ceux de G. P. Kuiper; une bande nouvelle douteuse est cependant notée à 1.59 microns. Les bandes du CH₄ donnent une abondance correspondant à 150 m (S.T.P.) en accord avec les déterminations antérieures; la bande 1.5 microns du NH₃ donnent seulement 50 cm (S.T.P.), quantité plus faible que celle déduite des spectres photographiques.

A la station d'altitude du Slope Observatory, Mauna Loa, Hawaï, C. C. Kiess, H. K. Kiess et C. H. Corliss (22) avaient photographié des spectres de Jupiter avec une grande dispersion, entre 3600 Å et 8900 Å. Les intensités et structures des bandes du NH₃ à 6450 Å et 7900 Å, et du CH₄ à 6200, 7250, 8420 et 8620 Å ont été données. Les auteurs attribuent l'absorption continue dans le violet et l'ultraviolet à la molécule de tetroxyde d'azote. Cependant Su-Shu Huang (23) conteste cette interprétation.

C. C. Kiess a reconnu quatre raies quadripoles de H₂ prévues par G. Herzberg.

A partir des spectres précédents, F. R. Zabriskie (24) a mesuré les largeurs équivalentes pour les raies S(1) et S(0) donnant une quantité d'hydrogène voisine de 5 km (S.T.P.) au-dessus de la couche nuageuse.

L'examen d'anciens et de nouveaux spectres du Mt. Wilson, de Lick et du Dominion Observatory par H. Spinrad confirment et précisent les structures des bandes du CH₄ et NH₃. Les mesures des intensités des raies quadripoles de H₂ donnent 27 km d'hydrogène au-dessus de la couche nuageuse, probablement 19 km de He, 0.2 km de CH₄ et NH₃ et 0.7 km de Ne. Le rapport H/C serait beaucoup plus faible que dans le Soleil.

A l'Observatoire de Alma-Ata, V. G. Teifel et N. V. Priboéva (Colloque Liège 1962) ont déterminé sur de nombreux spectres la répartition de l'intensité de la bande 6190Å du CH_4 sur la surface du disque de Jupiter. Aucune différence sensible n'apparaît entre les bandes et les zones ni entre le centre et les bords du disque. Cette absorption spectrale proviendrait de la couche gazeuse de CH_4 au-dessus des nuages et de la diminution de l'éclat propre de la couche nuageuse dans la bande d'absorption; ces deux effets compenseraient leurs variations. L'intensité moyenne de la bande spectrale semble changer d'une nuit à l'autre, comme l'expliqueraient des variations de l'altitude de la couche nuageuse d'environ $\pm 2\text{ km}$.

H. Spinrad et G. Münch (25, 26) ont annoncé que l'inclinaison des raies du NH_3 et CH_4 par déplacement Doppler dû à la rotation de la planète était moindre que prévu par la théorie et la comparaison avec les autres raies solaires. Cependant, les spectres obtenus spécialement dans ce but en Haute-Provence (France) avec 4Å/mm par C. Fehrenbach et P. Guérin (27) et à l'Observatoire Lick avec 2Å/mm par G. H. Herbig et L. P. Giver (28) montrent que, en 1963, l'effect signalé était inexistant.

G. Herzberg et J. W. C. Johns (Colloque Liège 1962) discutent des bandes du CH_2 et de la détection possible de cette molécule sur Jupiter et Saturne.

Circulation atmosphérique

La durée de rotation radioélectrique (Système III) déterminée à l'Observatoire Yale vaut $9^{\text{h}} 55^{\text{m}} 29.37^{\text{s}}$ et correspond probablement au noyau solide. Les durées de rotation des masses nuageuses (Système I et Système II) rapportées à celles du Système III, donnent les vitesses de déplacement de la haute atmosphère par rapport au noyau. La zone équatoriale est animée d'une vitesse propre vers l'Est de près de 100 m/sec . Ce déplacement change de sens aux latitudes tropicales. Le phénomène est inverse de celui observé sur Terre; R. Gallet en conclut que l'énergie calorifique produisant cette circulation atmosphérique provient non pas de la radiation solaire mais de la température propre du noyau.

Selon R. Hide (29), (Colloque Liège 1962), le déplacement horizontal de l'atmosphère pourrait donner les conditions hydrodynamiques nécessaires à la naissance de 'colonnes de Taylor', c'est-à-dire des cellules cylindriques à axe parallèle à l'axe de rotation de la planète. Dans ce cas un accident topographique prononcé à la surface du noyau serait surmonté d'une colonne de fluide en mouvement cyclonique, à axe parallèle à la ligne des pôles, qui pourrait manifester ses effets jusqu'au niveau de la couche nuageuse observable. La Tache Rouge pourrait être de la sorte le sommet d'une perturbation engendrée par un accident permanent de la surface ayant des dimensions transversales voisines de celle de la Tache, et une dénivellation d'environ 1 km de hauteur. Les observations d'interaction entre les formations sombres et claires et la Tache Rouge (reportées en particulier dans l'ouvrage cité de B. M. Peek) indiqueraient, autour de la colonne de Taylor correspondante, un écoulement laminaire vers l'équateur, et turbulent vers le pôle.

C. Sagan (Colloque Liège 1962) a montré que l'explication classique de la Tache Rouge par un corps solide en équilibre statique dans l'atmosphère se heurte à plusieurs graves difficultés hydrodynamiques et physiques. L'hypothèse de Hide échappe à ces critiques. Les échanges de matières observés entre la Tache et son entourage indiqueraient une convection dans le sein de la colonne de Taylor correspondante et les colorations pourraient provenir de molécules organiques produites par les décharges électriques ou l'UV solaire.

Structure et composition de l'atmosphère

R. Gallet procède au calcul du gradient thermique vertical de l'atmosphère de Jupiter en tenant compte de la présence des molécules et de leurs changements d'état. A l'altitude $z = 0$ correspondant à la couche nuageuse, $T = 162^\circ$ et l'ammoniac donne des nuages de cristaux. Vers $z = -60\text{ km}$ le point triple de NH_3 est atteint et les nuages deviennent des gouttelettes.

Vers $z = -100$ km, H₂O donne des cristaux, puis plus bas des gouttelettes. Vers $z = -200$ km l'atmosphère redeviendrait limpide.

Selon E. J. Öpik (30), (Colloque Liège 1962), l'atmosphère serait constituée pour la plus grande part d'hélium, selon le pourcentage probable suivant: He: 97.2 %; H₂: 2.3 %; Ne: 0.39 %; CH₄: 0.063 %; A: 0.042 %; NH₃: 0.0029 %.

L'azote serait exclu; CO₂ serait complètement réduit en CH₄ et H₂O. La température au niveau supérieur des nuages serait 156 °K et la pression probable 11 atm.

Etude radioélectrique

Le mémoire que le Dr C. H. Mayer a bien voulu préparer sur l'étude radioélectrique de Jupiter, se trouve intégralement reproduit dans le Rapport de la Commission 40, pages 656 et 657.

BIBLIOGRAPHIE

1. M. Marin *Astronomie*, 1961, p. 171 et 1962, p. 181.
2. M. Marin *Astronomie*, 1963, p. 105.
3. Dall'Olmo, U. *Mem. Soc. astr. Ital.*, **32**, 343, 1962.
4. Freitas Mouraos, R. R. *Mon. Not. astr. Soc. S. Afr.*, **10**, 121, 1961.
5. Fox, W. E. *J. Brit. astr. Asso.*, **72**, 63, 1962.
6. Focas, J. H., Banos, C. *Circulaire UAI* no 1809-1816.
7. Meeus, J. *Ciel et Terre*, **78**, 347, 1962.
8. McIntosh, R. A. *Southern Stars*, **19**, 71, 1961.
9. Peek, B. M. *J. Brit. astr. Asso.*, **73**, 109, 1963.
10. Focas, J. H. *Colloque Liège*, 535, 1963.
11. Focas, J. H., Banos, C. *Ann. Astrophys.*, **27**, 36, 1964.
12. Wlérick, G., Rösch, J., et al. *Advances in Electronics and Electron Physics*, **14**, 371, 1962.
13. Wlérick, G., Rösch, J., et al. *Mém. Soc. R. Sci. Liège*, **7**, 522, 1963.
14. Teifel, V. G. *Izv. Akad. N. Kazahskoj SSR (Alma-Ata), Ser. fiz.-mat.*, **16**, no. 1, 1963.
15. Teifel, V. G. *Colloque Phys. Planètes U.R.S.S.* 1963.
16. Spinrad, H. *Publ. astr. Soc. Pacif.*, **74**, 156, 1962.
17. Gehrels, T. *Communic. Lunar and Planet. Lab.* (Univ. Arizona) et *Astr. J.*, **67**, 272, 1962.
18. Murray, B. C., Wildey, R. L. *Astrophys. J.*, 1964, à paraître.
19. Kuiper, G. P. *Colloque Liège*, Vol. **26**, p. 377, 1964.
20. Moroz, V. I. *Astr. Zu.*, **38**, 1080, 1961 (*Soviet Astr.*, **5**, 827, 1962).
21. Moroz, V. I. *Astr. Zu.*, **38**, 1080, 1961 (*Soviet Astr.*, **5**, 827, 1962).
22. Kiess, C. C., Kiess, H. K., Corliss, C. H. *Astrophys. J.*, **132**, 121, 1960.
23. Su-Shu Huang *Publ. astr. Soc. Pacif.*, **73**, 446, 1961.
24. Zabriskie, F. R. *Astr. J.*, **67**, 168, 1962.
25. Spinrad, H., Münch, G. *Astrophys. J.*, **136**, 311, 1962.
26. Spinrad, H., Münch, G. *Astr. J.*, **67**, 587, 1962.
27. Fehrenbach, C., Guérin, P. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **258**, 1403, 1964.
28. Herbig, G. H., Giver, L. P. *Astrophys. J.*, **139**, 729, 1964.
29. Hide, R. *Nature*, **190**, 895, 1961.
30. Öpik, E. J. *Icarus*, **1**, 200, 1962.

LES SATELLITES DE JUPITER

Le nouveau réflecteur de 107 cm du Pic-du-Midi permet d'améliorer encore la cartographie de la surface des satellites effectuée antérieurement au Pic-du-Midi par B. Lyot. Les premiers dessins obtenus par A. Dollfus indiquent des configurations permanentes plus fines. Les taches de Ganymède apparaissent sur les photographies.

Une nouvelle détermination de diamètres a été effectuée par J. H. Focas (1) à Athènes avec