

# LA PLANÈTE URANUS

Le système solaire présente un vide énorme, son plus grand vide relatif, au delà de l'orbite de Saturne. Aux limites extérieures de ces immenses régions, où la lumière du Soleil, très affaiblie, tend à céder la place aux ténèbres, nous voyons rouler le monde géant d'Uranus, escorté de quatre petites lunes.

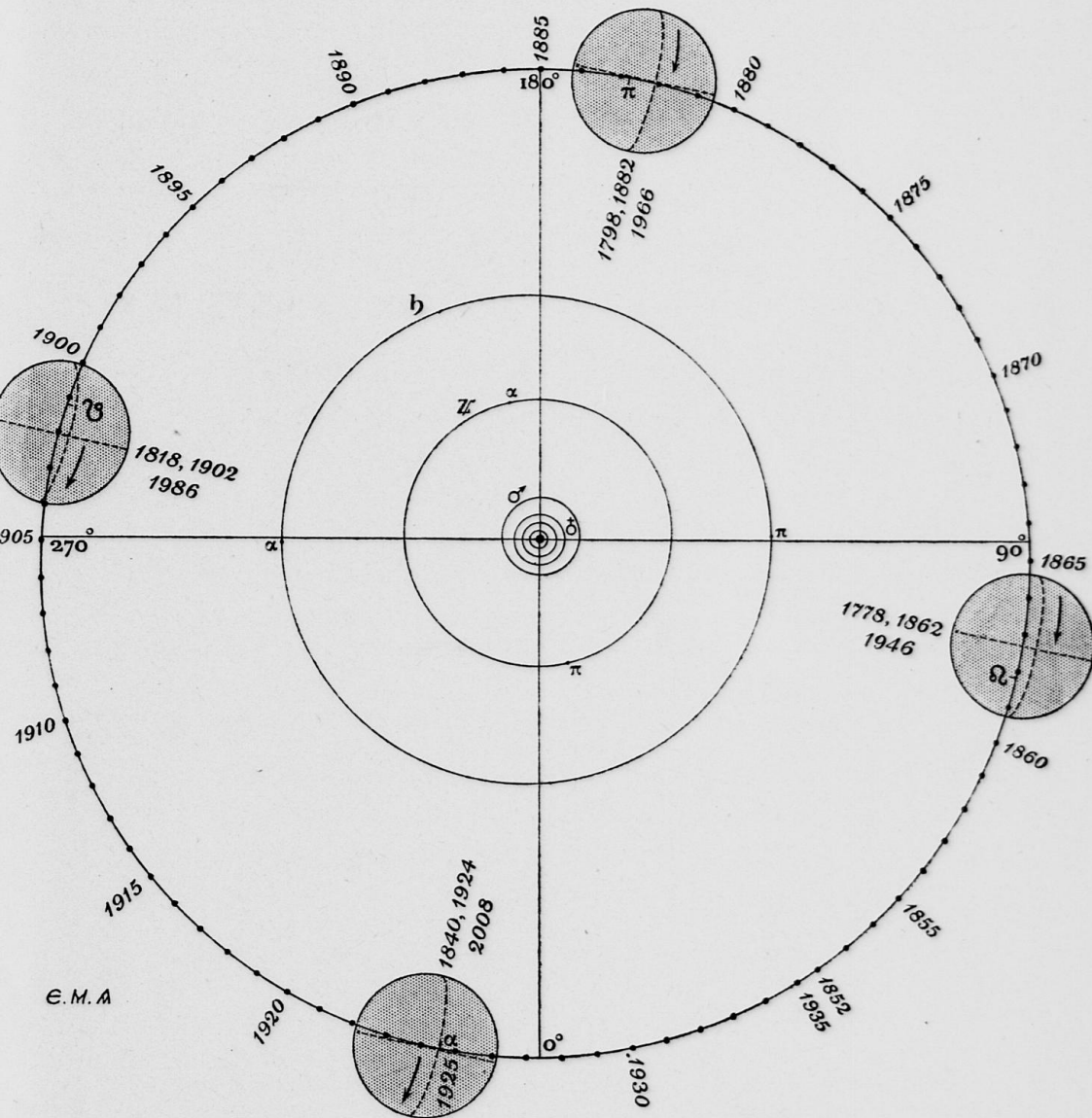


Fig. 143. — Plan exact du système solaire jusqu'à l'orbite d'Uranus.

Les nombres de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  et  $270^\circ$  indiquent les longitudes héliocentriques ;  $\alpha$  et  $\pi$  l'aphélie et le périhélie de Jupiter, Saturne et Uranus. Les positions successives de cette dernière planète sur son orbite, le 1<sup>er</sup> janvier de chaque année depuis 1852, sont représentées par des petits cercles noirs. On verra qu'Uranus avait son axe dirigé presque vers la Terre en 1778 et 1862, en 1818 et 1902, et que le plan de son équateur passait par la Terre en 1798 et 1882, en 1840 et 1924.

L'exiguïté du disque de cet orbe, qui ne sous-tend tout au plus que  $4''$ , rend l'observation de son aspect physique extrêmement délicate, ce qui explique son abandon par les astronomes. Aussi nous a-t-il paru utile de nous occuper de cet astre, d'examiner les circonstances de sa découverte, de rappeler le

fait peu connu que sa nature planétaire avait été d'abord suggérée en France, et de procéder à une mise au point analytique des diverses questions soulevées par sa forme ellipsoïdale, par sa rotation rétrograde variée autour d'un axe presque couché sur l'orbite, par la direction de ses bandes, par son spectre, par ses saisons étranges et par son état général. D'où la présente étude.

**La fable de Rahou.** — Quelques auteurs ont cru que cette planète aurait été connue en Orient bien avant sa découverte au XVIII<sup>e</sup> siècle. En effet, selon une tradition birmane, il y aurait huit astres errants : le Soleil, la Lune, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne et Rahou, astre invisible. Mais Rahou, dit Flammarion, « était un monstre chargé de produire les éclipses, et non une planète lointaine » (1) ; et suivant Chandra, Rahou n'était que le nœud ascendant des planètes, Ketou figurant leur nœud descendant (2). Il s'agit là de deux puissants démons.

**Découverte d'Uranus, qu'Herschel prend pour une comète.** — « Le 13 mars [1781], entre dix et onze [heures] du soir, dit Herschel, pendant que j'examinais les petites étoiles dans le voisinage de H des Gémeaux [avec un télescope de 0<sup>m</sup>,16], j'en aperçus une qui paraissait visiblement plus grande que les autres. Frappé par sa grandeur peu commune, je la comparai à H des Gémeaux et la petite étoile dans le quadrilatère entre le Cocher et les Gémeaux, et la trouvant tellement plus grande qu'elles, je la soupçonnai être une comète..... Le grossissement que j'avais lorsque je vis la comète pour la première fois était de 227..... J'appliquai maintenant les grossissements de 460 et 932, et trouvai le diamètre de la comète augmenter proportionnellement au grossissement, ainsi que l'on devait s'y attendre dans la supposition que ce n'était pas une étoile fixe, tandis que les diamètres des étoiles auxquelles je la comparai n'étaient pas accrus dans la même proportion » (3). Les jours suivants, Herschel reconnut que sa comète était animée d'un mouvement très lent sur la sphère céleste.

Il faut voir dans cette découverte, comme dans le cas de tant d'autres d'une importance capitale en Astronomie, l'enthousiasme de l'amateur.

**Le Français Bochart de Saron démontré que l'astre n'avait pas une orbite cométaire.** — Quatre jours après sa découverte, le globe mystérieux était observé par Maskelyne, à Greenwich, et aussitôt par Messier, Le Monnier, de La Lande et Méchain en France. Les géomètres continentaux, dont Laplace, Méchain, Lexell et Boscovich, se mirent alors à l'œuvre pour étudier la marche de l'astre nouveau ; mais, malgré les plus grands soins, ils n'arrivaient pas à représenter l'ensemble de ses positions par une orbite parabolique cométaire ; et leurs difficultés devinrent insurmontables lorsque Herschel eut déclaré que

(1) *Les Terres du Ciel*, 8<sup>e</sup> éd., p. 554.

(2) *Journal B. A. A.*, t. 45, 1935, p. 407.

(3) *Philosophical Transactions*, t. 71, 1781, p. 493.

ses mesures micrométriques donnaient un diamètre de 2",53 à sa comète le 17 mars, de 4",4 le 2 avril et de 5",2 le 18 avril. « On ne pouvait pas naturellement imputer des erreurs de 1" à 2", dit Arago, dans la mesure micrométrique d'un diamètre angulaire, à l'observateur. » (1).

Les choses en étaient arrivées à cette impasse, lorsque Bochart de Saron, membre de l'Institut de France, un mathématicien des plus doués et ami de Laplace, qui jonglait avec les formules et les chiffres depuis son adolescence, réussit là où tous les illustres géomètres précités avaient échoué. Le 8 mai 1781, il montra que l'on tenterait bien vainement de représenter le mouvement de l'astre d'après les observations de Messier sans lui admettre une distance périhélique égale au moins à 14 fois la distance moyenne de la Terre au Soleil. Ceci impliquait naturellement qu'il s'agissait d'une planète, vu qu'aucune comète n'avait un périhélie aussi lointain. Il a donc fallu abandonner l'idée de comète ainsi que les mesures micrométriques erronées d'Herschel, d'après lesquelles l'astre énigmatique se serait rapproché de moitié de la Terre en un seul mois ! C'est donc à un Français que revient l'honneur d'avoir entrevu la nature planétaire d'Uranus (2).

**Travaux de Lexell et de Laplace.** — Le premier de ces deux astronomes insistait sur le fait que l'astre était bien défini, pas flou comme une comète, et que son faible mouvement en latitude indiquait une marche directe dans le zodiaque le long d'une orbite circulaire ayant un rayon de 18,93 fois la distance de la Terre au Soleil (3). Les éléments elliptiques en ont été calculés pour la première fois par Laplace et Méchain (4). « Malgré tous mes soins, dit Arago, je n'ai trouvé aucun moyen de prononcer avec certitude que Laplace a précédé Lexell dans la détermination de l'orbite circulaire d'Uranus, pas plus qu'il ne me serait possible d'affirmer que l'astronome de Pétersbourg a eu l'antériorité sur l'illustre géomètre français. » (5).

**Le nom donné à la planète.** — Herschel, suivant l'exemple de Galilée qui avait appelé les satellites de Jupiter découverts par lui *astres de Médicis*, et

(1) *Astronomie populaire*, t. IV, p. 482.

(2) Jean-Baptiste-Gaspard Bochart de Saron naquit le 16 janvier 1730. Il s'est occupé de mathématiques déjà très jeune et arrivait à calculer les éléments paraboliques des comètes avec une facilité étonnante. Élu à l'Académie des Sciences en 1779, il s'est montré très dévoué à l'Institut, calculant des orbites pour ses collègues et mettant à leur disposition ses instruments astronomiques, qui étaient de premier ordre. Il consacra avec passion sa fortune aux progrès de la Science. C'est ainsi que Laplace lui ayant soumis son ouvrage magistral sur *La théorie du mouvement elliptique et du mouvement de la Terre*, Bochart s'empressa de le faire généreusement imprimer à ses frais en 1784. Il a rempli aussi les fonctions de premier président du Parlement de Paris. Sa vie modeste était un modèle parfait de la manière dont un grand esprit, doublé d'un grand cœur, peut contribuer au progrès du genre humain. Estimé de Laplace, de de La Lande, de Lavoisier et de du Séjour, il fut injustement condamné à mort à cause de sa fortune par le Tribunal révolutionnaire, et monta héroïquement sur l'échafaud le 20 avril 1794.

(3) *Nova acta Academiae Petropol.*, t. I, pp. 69 sqq.

(4) Les éléments de Laplace furent communiqués à l'Académie des Sciences en janvier 1783.

(5) *Op. cit.*, p. 484.

celui de Cassini qui avait nommé quatre des satellites de Saturne découverts par lui *astres de Louis*, baptisa la nouvelle planète *Georgium sidus*, étoile de Georges, en l'honneur du roi d'Angleterre qui l'avait soutenu dans ses travaux. Laplace proposa le nom d'*Herschel* ; Prosperin celui de *Neptune* ; Lichtenberg celui d'*Astræa* ; Poinciset celui de *Cybèle*. Mais Bode ayant fait remarquer spirituellement qu'on devait une réparation au plus ancien des dieux, le nom d'*Uranus*, qui signifie le Ciel en grec, a prévalu.

Arago remarque que ce fut « l'Hanovrien Herschel qui reconnut le mouvement propre du nouvel astre ; ce furent les recherches, les calculs des Français et des Allemands, qui en déterminèrent la nature, qui en firent véritablement une planète » (1).

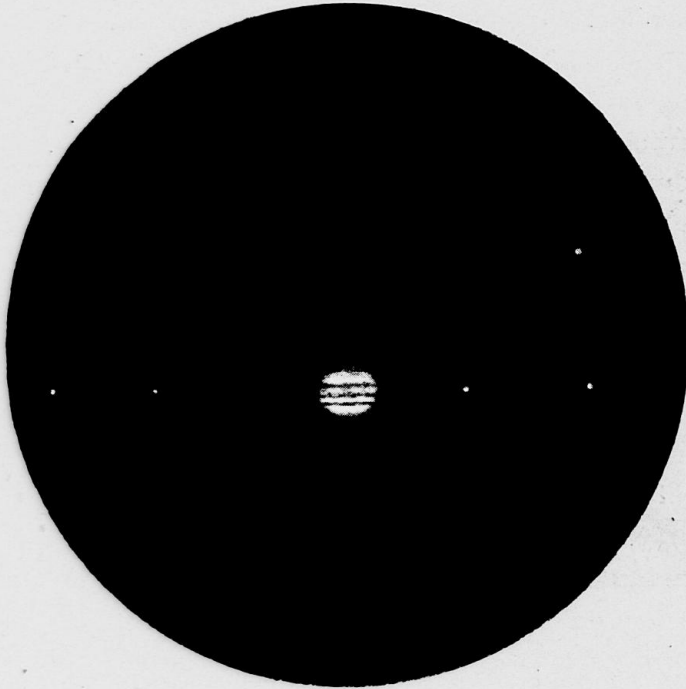


Fig. 144. — Uranus vu dans le même champ que Jupiter et ses satellites, le 5 juin 1872, d'après une observation de Camille FLAMMARION, qui avait prévu et calculé cette conjonction. On aperçoit la lointaine planète en haut et à droite des lunes de Jupiter.

**Observations antérieures à 1781.** — La planète avait été vue 22 fois avant Herschel et prise pour une étoile. Flamsteed l'observa ainsi six fois entre 1690 et 1715, Bradley trois fois entre 1748 et 1753, Tobie Mayer une fois en 1756, Le Monnier douze fois entre 1750 et 1771. Ce dernier aurait pu, avec soin, découvrir

l'astre avant Herschel ; mais il manquait d'ordre, et Bouvard a raconté à Arago qu'une des observations de la planète avait été notée par Le Monnier sur un sac à papier ayant contenu de la poudre à cheveux.

**Éclat, magnitude et coloration.** — On sait que l'on distingue Uranus à l'œil nu comme une petite étoile de 6<sup>e</sup> magnitude. Le 5 juin 1872, Flammarion observa la planète tout près de Jupiter, et lui trouva un éclat comparable à celui du III<sup>e</sup> satellite du monde géant (2). Lors d'une opposition moyenne, Uranus offre une magnitude de 5,7 ; mais, suivant sa distance et sa présentation, cette magnitude varie de 5,5 à 6,3. De plus, M. Wirtz a signalé qu'en

(1) *Vie d'Herschel*, p. 574.

(2) *Astronomie populaire*, p. 573, fig. 249.

vertu de l'aplatissement de la planète, celle-ci doit atteindre un maximum d'éclat quand son axe, presque couché sur l'orbite, est dirigé vers la Terre, un minimum quand nous passons par le plan de son équateur <sup>(1)</sup> (fig. 149 et 150).

On a soupçonné encore des variations de magnitude douteuses, qui seraient subordonnées à des variations de la radiation solaire, des phénomènes analogues ayant été constatés, à ce que l'on croit, sur Mars, Jupiter et Saturne, mais pas sur Neptune. Uranus aurait été ainsi relativement un peu pâli vers les minima solaires de 1878 et 1889, se montrant plus lumineux vers le maximum de 1883 <sup>(2)</sup>.

Sa couleur a été estimée d'un bleu pâle par quelques observateurs, d'un vert terne par d'autres. Dans la lunette de 0<sup>m</sup>,83 de Meudon, Uranus m'a paru dif-

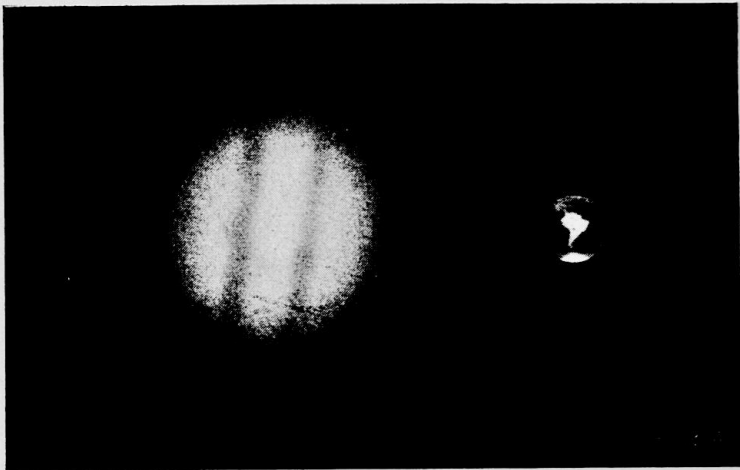


Fig. 145. — Dimensions comparatives du monde d'Uranus et de la Terre.

fuser la lumière jaune du Soleil, mais avec une forte teinte additionnelle de bleu verdâtre.

**Aplatissement.** — Ce monde reculé n'est point sphérique : son aplatissement, très marqué, fut déjà soupçonné par Herschel en 1783 et certifié en 1792. Il a été confirmé depuis par Safarik, Young, Schiaparelli, Perrotin, Valentiner, Lamp, Barnard et par M. Deslandres et nous-même avec la grande lunette de Meudon. Mædler fixa micrométriquement cet aplatissement à  $\frac{1}{10}$  ou  $\frac{1}{11}$  ; Safarik à  $\frac{1}{9}$  ; Schiaparelli à  $\frac{1}{11}$  ; Young à  $\frac{1}{14}$  ; Barnard à  $\frac{1}{12}$  ; M. Bergstrand à  $\frac{1}{18}$  par le mouvement du grand axe du premier satellite. En 1924, à Meudon, lorsque le plan équatorial de la planète passait presque par la Terre, je me suis assuré qu'Uranus est bien plus aplati que Jupiter, quoique un peu moins vraisemblablement que Saturne, la valeur la plus probable pour cet apla-

<sup>(1)</sup> *Astronomische Nachrichten*, 1926, no. 5441.

<sup>(2)</sup> *Astrophysik*, p. 426.

tissement étant, à mon avis, celle de  $\frac{1}{12}$ . L'estimation de  $\frac{1}{18}$  est absolument impossible.

Herschel a cru voir la planète entourée d'un anneau comme Saturne, ce qui était une illusion.

**Diamètre.** — Uranus est la troisième planète, comme dimensions, du système solaire, surpassant très légèrement en volume Neptune. Son diamètre moyen sous-tend  $3^{\text{r}},80$  à sa moyenne distance du Soleil, ce qui correspond à 51 000 kilomètres, soit quatre fois le diamètre de la Terre. Sa surface dépasse la nôtre de 16 fois, son volume de 64 fois. Il est évident que la diffraction grossit Neptune proportionnellement plus qu'Uranus.

**Occultations.** — La planète, qui sous-tend à peine  $4''$ , disparaît très rapidement derrière la Lune, ainsi qu'on l'a vu en 1824 et 1892.

**Aspect physique : bandes ombrées et taches blanches.** — Uranus qui supporte bien le grossissement, présente, de même que Jupiter et Saturne, un bord très net, comme coupé à l'emporte-pièce, ainsi que Lassell le signalait en 1853 avec un oculaire de 1018 appliqué à son télescope de  $0^{\text{m}},61$ , et ainsi que je l'ai vu à Meudon sous de forts grossissements. Les régions médianes du disque sont, contrairement à l'opinion de John Herschel, plus lumineuses que les bords, ce qui resserre encore l'analogie avec Jupiter et Saturne.

En 1862, Lassell eut l'impression d'une bande grisâtre équatoriale sur Uranus, mais sans en être sûr <sup>(1)</sup>. Il s'est servi encore pour cela de son télescope de  $0^{\text{m}},61$ . Buffham, avec un miroir de  $0^{\text{m}},23$ , crut distinguer des taches blanches en 1870-1871. Le grand télescope de Lord Rosse, de  $1^{\text{m}},83$ , et la grande lunette de  $0^{\text{m}},66$  de Washington n'ont rien montré. Une tache blanche au limbe nord a été soupçonnée dans le réfracteur de  $0^{\text{m}},29$  de Bothkamp.

Utilisant sa lunette de  $0^{\text{m}},58$ , C.-A. Young signalait en 1883 « des taches ressemblant aux bandes de Jupiter et de Saturne.... Elles étaient sans doute très pâles, mais elles ont été vues fréquemment, non seulement par moi, mais aussi par mon assistant, M. McNeill et le professeur Brackett ». Le 25 mai 1883, Young remarquait que le pôle occidental était bien plus lumineux que l'oriental, et qu'il y avait une petite traînée dirigée vers le pôle occidental ; puis, le 11 juin, la zone claire équatoriale entre les bandes était plus large que d'habitude. Il ajoute qu'à « plusieurs reprises, la direction des bandes semblait faire un angle considérable avec la ligne des satellites » <sup>(2)</sup>. L'aspect général ressemblait à celui de Jupiter dans une toute petite lunette.

Schiaparelli notait, en 1883 également, que par de bonnes images dans

<sup>(1)</sup> En 1879, Jupiter ne présentait surtout qu'une large bande équatoriale sombre, un phénomène très rare.

<sup>(2)</sup> *Astr. Nachr.*, 1883, no. 2545.

sa lunette de  $0^m,218$ , Uranus présentait « des taches et une variété de couleurs » (1).

Avec une lunette de  $0^m,38$ , les frères Henry confirmèrent, en 1884, à l'Observatoire de Paris, les résultats de Young : zone équatoriale claire, ayant une bande ombrée de part et d'autre, puis des régions polaires grisâtres, le pôle sud plus lumineux que le pôle nord. Ils confirmèrent encore l'inclinaison des bandes, affirmant qu'elle « ne coïncidait pas avec la projection du grand axe de

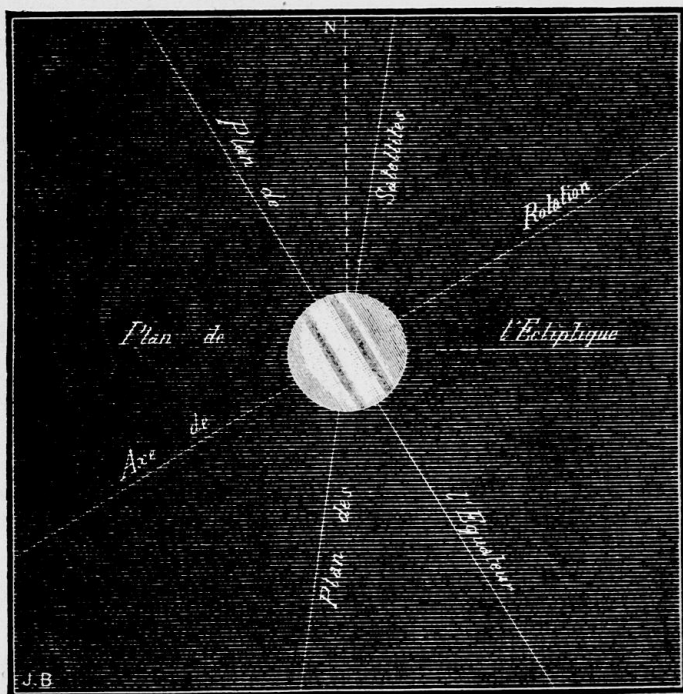


Fig. 146. — Uranus avec ses bandes ombrées en 1884, d'après les frères HENRY.

L'ellipticité, alors très visible, d'Uranus n'est pas représentée sur ce dessin, et les bandes y font un angle de  $40^\circ$  avec le plan des orbites des satellites, ce qui est en contradiction avec la théorie de Laplace.

l'orbite apparente des satellites, mais formait avec lui un angle de  $40^\circ$  » (2) (fig. 146). Ces bandes ont été vues aussi par Tisserand.

Dans le cours de cette même année 1884, Perrotin et Thollon suivirent à Nice Uranus avec une lunette de  $0^m,38$  également. Ils trouvèrent aussi le pôle nord plus sombre que le sud, et Perrotin crut distinguer des taches noires analogues à celles de Mars. Ici, il y a une erreur, car les taches d'Uranus ne sont ni noires, ni comparables à celles de Mars. Plus tard, il a vu, avec Thollon, les bandes signalées par Young, que Trépied reconnut aussi en toute indépendance, en distinguant, de plus, une tache blanche dans la zone équatoriale (3). Cinq ans après, Perrotin revit, avec la lunette de  $0^m,76$  de Nice, les

(1) *Ibid.*, 1883, no. 2526.

(2) *Bulletin astronomique*, t. 1, 1884, p. 238.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 98, 1884, pp. 967-968.

bandes parallèles plusieurs fois, ajoutant qu'elles paraissaient inclinées de  $10^\circ$  seulement sur le plan orbital des satellites.

En 1890-1891, Holden et Schæberle braquèrent la grande lunette Lick de  $0^m,915$  sur la planète, mais sans dessiner d'autres détails que des traînées sombres irréelles, formant toutes sortes d'angles avec le plan satellitaire et rappelant les canaux illusoires de Lowell sur Vénus et Mercure.

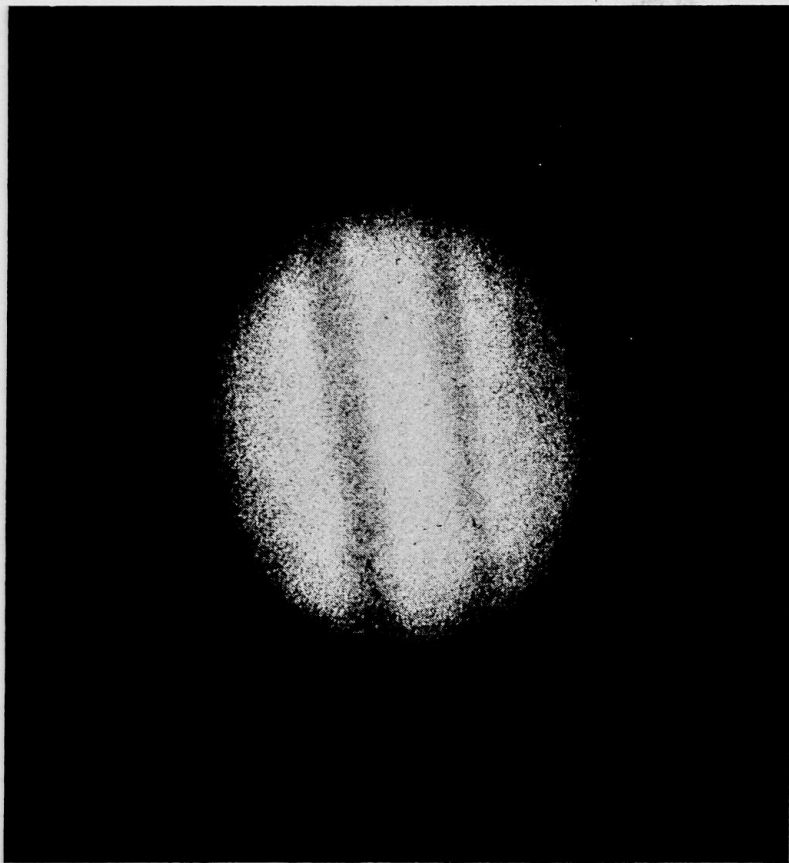


Fig. 147. — Aspect d'Uranus, avec son aplatissement véritable, ses bords ombrés, ses calottes polaires grisâtres et ses bandes, dans la grande lunette de l'Observatoire de Meudon, le 29 septembre 1924, à  $0^h20^m$ .

Enfin, en 1924, la grande lunette de Meudon me montra des calottes polaires grisâtres et deux bandes ombrées faibles, et un peu ondulées, situées de part et d'autre d'une zone équatoriale claire. La bande occidentale semblait plus large et plus intense que l'orientale (fig. 147), et elles étaient pour moi nettement parallèles au plan général des orbites des satellites, qui passait alors très près de la Terre. Ces bandes sont variables, comme celles de Jupiter et de Saturne.

**L'équateur d'Uranus coïncide avec le plan des orbites des satellites. Confirmation des idées de Laplace.** — L'inclinaison des bandes sur le plan des lunes, signalée par Young, les frères Henry et Perrotin, doit être due soit à des irrégularités de ces bandes ou à des taches voisines, soit à une illusion dans ces



observations des plus difficiles. Les bandes sont un produit de rotation rapide dans une atmosphère qui ne tourne pas tout d'une pièce ; et comme le grand axe du disque elliptique d'Uranus coïncide avec le plan de l'orbite des satellites, il faut bien que l'équateur de la planète s'identifie à fort peu près avec le plan en question. C'est là du reste ce qu'on observe sur les cinq premiers satellites de Jupiter et sur les sept premiers de Saturne. Dans une recherche géniale, Laplace a démontré que des satellites — pas trop lointains — sont maintenus dans le plan de l'équateur de leur planète par l'attraction du bourrelet équatorial dû à l'aplatissement. « Si les divers satellites d'une planète, dit le grand géomètre, se meuvent dans un même plan fort incliné à celui de son orbite, on peut en conclure qu'ils y sont maintenus par l'action de son équateur, et qu'ainsi cette planète a un mouvement de rotation autour d'un axe à peu près perpendiculaire au plan des orbites des satellites. On peut donc affirmer que la planète Uranus, dont tous les satellites se meuvent dans un même plan presque perpendiculaire à l'écliptique, tourne sur elle-même autour d'un axe très peu incliné sur l'écliptique » (1).

Tisserand, confirmant Laplace, ne pouvait admettre l'exactitude des observations des frères Henry, que les bandes ombrées d'Uranus pouvaient former un angle de  $40^\circ$  avec le plan de l'orbite des satellites. Aussi concluait-il sagement que « ces observations sont délicates et demandent à être reprises dans de bonnes conditions et avec de puissants instruments » (2).

Du reste, si les satellites ne se mouvaient pas dans le plan de l'équateur d'Uranus, le bourrelet équatorial de la planète les aurait jetés, comme corollaire de la théorie de Laplace, dans des plans très divers.

**La rotation rétrograde d'Uranus découverte et démontrée par M. Deslandres.** — L'aplatissement si marqué de la planète a fait penser à Herschel qu'elle tourne rapidement sur son axe. Comme l'équateur de ce monde lointain coïncide avec le plan des orbites de ses satellites, il s'ensuit que l'axe de rotation est incliné de  $82^\circ$  sur la perpendiculaire au plan de son orbite, avec lequel il ne fait ainsi qu'un angle de  $8^\circ$  seulement.

(1) *Mécanique céleste*, livre IV, *Œuvres complètes*, t. II, p. 402.

(2) *Traité de mécanique céleste*, t. IV, p. 150.

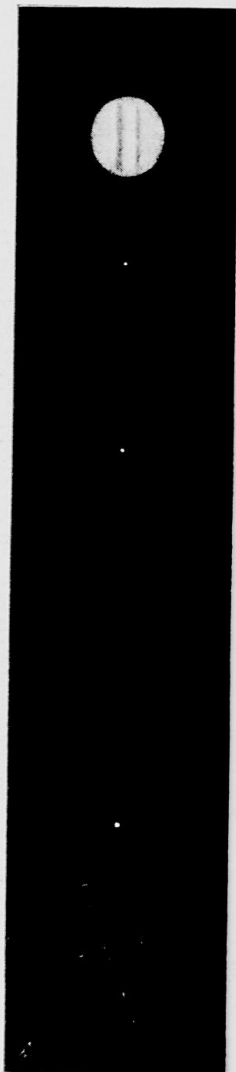


Fig. 148. — Parallélisme des bandes ombrées d'Uranus avec la ligne de ses satellites. Observation de l'auteur, faite le 29 septembre 1924, à  $0^{\text{h}}40^{\text{m}}$ , avec la lunette de  $0^{\text{m}},83$  de Meudon.

En 1862 et en 1902, Uranus a présenté un disque circulaire; en 1882 et 1924, on le vit avec son maximum d'ellipticité (fig. 149 et 150).

Le mouvement des satellites étant rétrograde, on s'est demandé : La rotation de la planète l'est-elle également ? C'est ce qui a été découvert par M. Deslandres, il y a 34 ans, par la belle méthode spectrale de l'inclinaison des raies, due à sa conception, lorsque le quadrant nord-est d'Uranus s'éloignait, alors que pour les autres planètes plus voisines du Soleil le bord oriental, au contraire, se rapproche. Ainsi la rotation d'Uranus s'est révélée rétrograde <sup>(1)</sup> ; et, dix ans plus tard, M. V.-M. Slipher confirmait cet important résultat obtenu en France.

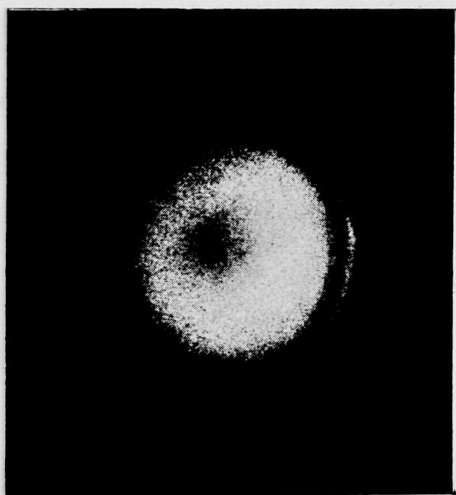


Fig. 149. — Axe tourné presque vers la Terre : disque circulaire de la planète.



Fig. 150. — Équateur passant par la Terre : disque très elliptique de la planète.

Changements apparents de la forme d'Uranus, subordonnés à la direction variable vers la Terre, de son axe de rotation.

Quant à la période de rotation, Flammarion l'estima de  $10^{\text{h}}40^{\text{m}}$  en 1876 <sup>(2)</sup>, un chiffre très voisin de la réalité ; elle a été estimée vaguement d'environ 10 heures par Perrotin, de 11 heures par Bergstrand. M. V.-M. Slipher a trouvé  $10^{\text{h}},8$  par le spectrographe. Les deux derniers chiffres ne doivent pas trop s'écarter de la vérité.

**Albedo.** — Le pouvoir lumineux diffusif d'Uranus a été fixé à 0,45 par M. H.-N. Russell, qui y voit avec raison la diffusion de la lumière solaire par une couche de nuées. Pareil albedo est comparable à celui de Jupiter, de Saturne et de Neptune.

**Spectre.** — Le premier, le P. Secchi étudiait le spectre d'Uranus, en 1869, signalant qu'il présentait « une constitution tout à fait inattendue » et « aucune ressemblance avec le spectre solaire ». Pour lui, il y avait une énorme

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 474.

<sup>(2)</sup> *Les Terres du Ciel*, 8<sup>e</sup> éd., p. 556.

lacune dans le jaune et deux bandes « très larges et très noires » dans le vert et dans le bleu (1). Deux ans plus tard, Huggins ajoutait quatre bandes vigoureuses à celles de Secchi, remarquant qu'il n'y avait pas de raies aux positions des principaux groupes dus à l'absorption dans l'atmosphère terrestre. La raie la plus forte était, pour lui, à  $\lambda$  544 ; puis venaient celles à  $\lambda$  572 et à  $\lambda$  618 (2). A la même époque, Vogel trouvait d'autres raies en plus des précédentes, mais croyait à tort reconnaître dans l'atmosphère d'Uranus des raies d'absorption analogues à celles que nous observons sur le Soleil à l'horizon et dues à notre atmosphère (3). En 1889, A. Taylor et Lockyer se trompaient en parlant de bandes brillantes dans le spectre d'Uranus (4), Huggins établissant, en effet, que c'était là un effet de contraste, qui ne représentait point de la lumière intrinsèque émise (5). A la même époque, cet astronome réussissait à photographier les principales raies de Fraunhofer dans le spectre de la planète. Keeler confirmait alors visuellement ces résultats, et remarquait que la grande bande à  $\lambda$  618 coïncidait exactement avec une bande analogue dans le spectre de Jupiter, de Saturne et de Neptune (6). Puis, M. V.-M. Slipher découvrait de nouvelles raies (7). Enfin, en 1932, M. Wildt réussissait à identifier, bien qu'avec réserve, les bandes noires à  $\lambda$  5444,  $\lambda$  6191 et  $\lambda$  7266 avec le méthane, signalant aussi la présence d'ammoniac dans le spectre de l'astre (8) ; c'est ce que Dunham confirmait au Mont Wilson (9). Ces bandes se rencontrant aussi dans le spectre des trois autres planètes géantes, celles-ci auraient également ces éléments dans leur atmosphère.

**Chaleur et lumière reçues du Soleil.** — Vu d'Uranus, l'astre du jour est en moyenne 19,2 fois plus petit en diamètre qu'observé de la Terre, ne sous-tendant que 1'40" au lieu de 32'. La surface y est ainsi en moyenne 370 fois moindre, de sorte que cette planète si éloignée reçoit aussi 370 fois moins de lumière et de chaleur que celle que nous envoie le Soleil.

L'application de la loi de la 4<sup>e</sup> puissance de la radiation a donné à Poynting — 202° pour la température équatoriale d'Uranus, — 207° pour la température moyenne, et — 179° pour la limite supérieure sous un Soleil zénithal.

Ces chiffres approximatifs supposent une atmosphère égalisant la température comme celle de la Terre ; ils ne concernent point la chaleur intrinsèque de l'astre.

Tyndall rappelait qu'une couche de 5 centimètres d'éther sulfurique serait presque diathermane, tout en arrêtant 35 p. 100 du rayonnement planétaire ;

(1) *Comptes rendus*, t. 68, 1869, pp. 761-763.

(2) *The Scientific Papers of Sir W. Huggins*, pp. 375-377.

(3) *Astr. Nachr.*, 1871, no. 1864.

(4) *Monthly Notices, R. A. S.*, t. 49, 1889, p. 409 ; *Astr. Nachr.*, 1889, no. 2881.

(5) *Op. cit.*, p. 379.

(6) *Astr. Nachr.*, 1889, no. 2927.

(7) *Lowell Observatory Bulletins*, et *Popular Astronomy*, t. 37, 1929, p. 138.

(8) *Göttinger Nachrichten*, 1932, p. 87.

(9) *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, t. 45, 1933, pp. 42-54.

or, en augmentant l'épaisseur de la couche, on pourrait rendre l'atmosphère d'un astre athermane, de sorte qu'une « température confortable pourrait être obtenue à la surface de la planète la plus éloignée » (1).

**Gaz qu'Uranus a pu retenir.** — La vitesse d'échappement d'une molécule gazeuse étant de 21 kilomètres par seconde sur la planète, au lieu de 11,2 pour la Terre, Johnstone Stoney a conclu que l'hydrogène peut s'échapper d'Uranus ; que l'hélium pourrait être maintenu peut-être ; et que tous les autres gaz ont été retenus par l'attraction de l'astre (2).

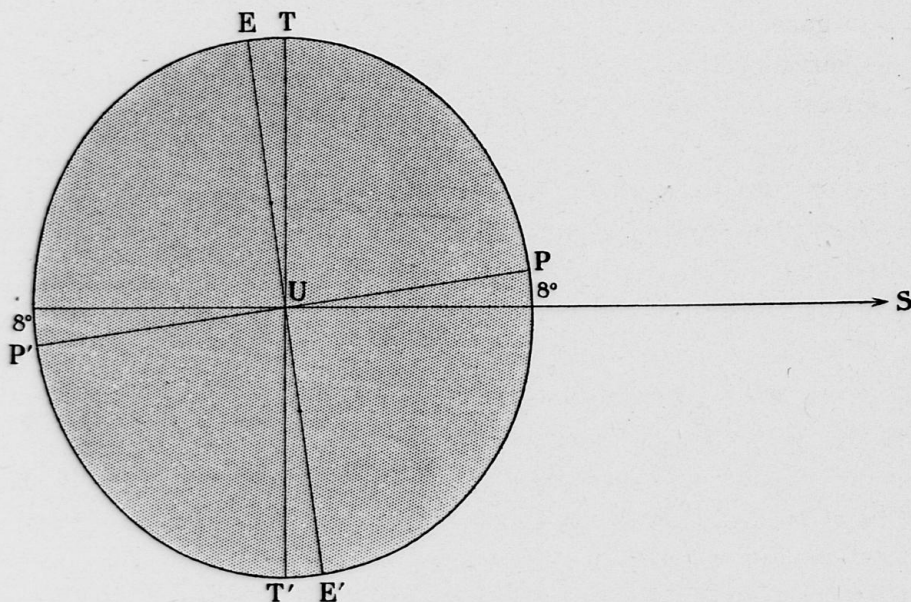


Fig. 151. — Position des pôles et de l'équateur d'Uranus lors de ses solstices.

U est le centre de la planète ; US la direction du Soleil ; PP' l'axe d'Uranus, ne faisant qu'un angle de  $8^\circ$  avec le Soleil ; et EE' son équateur, qui forme aussi un angle de  $8^\circ$  avec la perpendiculaire TT' au plan orbital.

**Saisons uniques dans le système solaire.** — La période de révolution d'Uranus étant de 84 ans, la durée moyenne de ses saisons est de 21 ans ; et comme l'axe est couché à  $8^\circ$  près sur le plan orbital, il s'ensuit qu'aux pôles, au solstice d'été, le Soleil a une altitude moyenne de  $82^\circ$ , paraissant décrire autour du pôle céleste, en 11 heures, un cercle de  $8^\circ$  de rayon ou de  $16^\circ$  de diamètre. Observé d'une ville imaginaire sur Uranus ayant la latitude de Paris, au solstice d'été, le Soleil atteindrait une altitude de  $57^\circ$  à midi, une de  $41^\circ$  à minuit, si vraiment ce dernier terme pourrait être applicable en pareil cas. Mais on peut dire contradictoirement que c'est le « soleil de minuit » par excellence. L'astre du jour serait abaissé sous l'horizon du même point, de  $41^\circ$  à midi, s'il peut y être aussi question de midi, et de  $57^\circ$  à minuit, au solstice d'hiver. De plus, une ville comme Paris aurait, sur Uranus, le jour perpétuel ou la nuit perpétuelle pendant près d'un quart de siècle !

(1) *Heat a Mode of Motion*, 10<sup>e</sup> éd., p. 418.

(2) *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society*, t. 6, n. s., 1897, p. 324.

Lorsque le plan de l'équateur, qui a deux étés, passe par le Soleil, ce dernier, vu de l'équateur, paraîtrait atteindre le zénith tous les jours pendant longtemps ; mais, en plein hiver, il ne s'élèverait, à midi, que de 8° seulement au-dessus de l'horizon.

**État physique probable.** — Par son aplatissement si marqué, ses bords ombrés, ses calottes polaires grises, ses bandes, son albedo élevé et sa faible densité, qui atteint à peine le quart de celle de la Terre, Uranus se présente à nous comme un monde gazeux, plus ou moins analogue à Jupiter et à Saturne. A l'instar de ces deux planètes, il doit se trouver à une température assez élevée ; mais les masses gazeuses chaudes remontant de son intérieur sont fortement refroidies à la surface visible de ses nuées, très faiblement chauffées par le Soleil et rayonnant constamment une grande partie de leur chaleur dans le froid absolu de l'espace.

Nous ne voyons que des nuées plus ou moins lumineuses sur le monde en question, au-dessus desquelles l'atmosphère absorbe la lumière, rendant les bords de l'astre plus ombrés que ses régions médianes.

Comme Jupiter, Saturne et le Soleil, Uranus ne doit certainement pas tourner tout d'une pièce, la vitesse angulaire de rotation devant y être maxima à l'équateur, minima aux pôles. L'état de l'astre, de même que celui des deux planètes géantes, est chaotique, et tout doit y voguer à la dérive. Il ne saurait donc y exister actuellement de sol stable, et, partant, aucune possibilité de vie. Quand la planète, à force de se contracter et de se condenser, aura une température superficielle intrinsèque plus ou moins comparable à celle que nous devons au Soleil, la vie pourra y germer et s'épanouir, surtout vers l'équateur, et cela pour des êtres ayant des yeux particulièrement développés pour bien voir dans les ténèbres.

**Le Ciel vu d'Uranus.** — Un observateur supposé placé sur la planète verrait naturellement les constellations exactement comme de chez nous. Mais la sphère céleste paraîtrait tourner d'Occident en Orient ; et, ce qui est plus étrange, le pôle au-dessus de l'horizon se trouverait égaré dans le zodiaque ! Les parallaxes stellaires trigonométriques qu'on pourrait y prendre seraient 19 fois plus précises que les nôtres ; et l'étoile  $\alpha$  du Centaure y présenterait une parallaxe de 14",6 au lieu d'une de 0",76.

Mais le spectacle du système solaire, vu d'Uranus, serait assurément d'une mélancolie des plus poignantes. Mercure, Vénus, la Terre et Mars resteraient éternellement invisibles pour des yeux conformés comme les nôtres. Le géant Jupiter lui-même, vers ses plus grandes élongations, à 16° du Soleil, serait à peine reconnaissable comme une toute petite étoile du soir ou du matin, de 5<sup>e</sup> grandeur, noyée encore dans les lueurs du crépuscule ou de l'aurore. Saturne, moins pâle, serait plutôt facile à distinguer comme une étoile du matin ou du soir, de 4<sup>e</sup> grandeur, lors de ses plus grandes digressions, soit à 33° du Soleil. Puis, Neptune, dans le voisinage de son opposition, pourrait être suivi pendant

plusieurs années comme une étoile de 5<sup>e</sup> grandeur, mais pour descendre à la 6<sup>e</sup> et s'évanouir ensuite pendant près de 150 ans !

D'un pôle en hiver, la totalité des membres du système solaire pourraient même rester absolument invisibles pendant près de 40 ans !

Aucune comète ne saurait jamais être aperçue naturellement d'Uranus, pas même celles de sa propre famille ; car ces visiteuses au corps insignifiant passent toujours beaucoup trop loin de la planète, et nous ne devons pas oublier qu'elles sont dépourvues de queues à ces énormes distances du Soleil.

Cependant les quatre satellites connus viendraient rompre cette effrayante monotonie et présenteraient des phénomènes variés et intéressants. Ils offriraient tous un disque évident, des taches et des phases comme la Lune. Le plus grand ou le plus lumineux semblerait y être Ariel ; puis viendraient successivement Titania, Umbriel et Obéron. Ils éclipseraient le Soleil parfois très fréquemment pendant quelque temps, et seraient éclipsés à leur tour par la planète. Mais après une série d'éclipses, il faudrait attendre presque 40 ans pour en revoir d'autres.

Enfin, le Soleil lui-même, vu d'Uranus, ne sous-tendrait que 1'40" en moyenne, de sorte que son disque ne serait pas sensible à l'œil nu : on ne le verrait que comme un simple point lumineux, grossi par l'irradiation. Mais, malgré le grand éloignement, il se montrerait encore plus de 1 200 fois plus brillant que la pleine Lune, ce qui ferait qu'on ne pourrait guère le fixer longtemps. Et ainsi, bien que réduit aux dimensions apparentes des étoiles, il serait encore près de 30 millions de fois plus lumineux que Sirius.

E.-M. ANTONIADI.

---

## SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

Séance du 6 mai 1936

Présidence de M. J. BAILLAUD, Astronome à l'Observatoire de Paris, *Président*,

assisté de M. L. D'AZAMBUJA, astronome à l'Observatoire de Paris-Meudon, M. G. BRUHAT, directeur-adjoint de l'École Normale supérieure, vice-présidents ; M. F. BALDET, astronome à l'Observatoire de Paris-Meudon, secrétaire ; MM. G. BLUM et ANDRÉ HAMON, secrétaires-adjoints ; M. E. LEROY, trésorier ; M. L. BESSON, directeur des Services Météorologiques de la Ville de Paris ; M. A. COUDER, astronome à l'Observatoire de Paris ; M. LYOT, astronome à l'Observatoire de Paris-Meudon ; M. BIDAULT DE L'ISLE, fondateur de l'Observatoire de la Guette et M. ROBERT-MARTIN, membres de la Commission juridique ; M. DAUVILLIER, physicien au laboratoire de Physique Cosmique de l'Observatoire de Paris-Meudon ; M. SAGET, ingénieur ; M. F. QUÉNISSET, astronome à l'Observatoire Flammarion de Juvisy ; M. P. DITISHEIM, chronométrier, etc...

La séance est ouverte à 21 heures, à l'Amphithéâtre Descartes, à la Sorbonne.

Les personnes dont les noms ont été publiés au compte rendu de la séance du 2 avril sont nommées Membres de la Société.

Celles dont les noms suivent sont présentées comme nouveaux sociétaires :