Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 47 (1989)
Heft: 232

Artikel: Les planètes transjoviennes : Pluton, dernière planète?
Autor: Cramer-Demierre, J.-D.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899043

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Les planètes transjoviennes: Pluton, dernière planète?

J.-D. CRAMER - DEMIERRE

Depuis l'antiquité jusqu'à la fin du 18ème siècle on connaissait 6 planètes. Longtemps la Terre n'en faisait pas partie car elle était considérée comme le centre du monde. Le siècle suivant voit l'extension du système solaire avec la découverte d'Uranus et Neptune. Il faut attendre le début du 20ème siècle pour y ajouter la 9ème planète.

La découverte de Pluton n'est pas due entièrement au hasard. TOMBAUGH, qui la découvrira en 1930, l'a cherchée en se référant aux calculs de Lowell faits une dizaine d'années plus tôt.

Des 9 planètes Pluton a une orbite bien à elle. Elle est la plus éloignée du Soleil, mais son orbite très elliptique coupe celle de Neptune et elle est parfois plus près du Soleil que celle-ci, p.ex. dans les années 1979-1999. En 1989 elle sera le plus près et perdra momentanément son titre de planète la plus éloignée du système solaire. Toutes les planètes se promènent dans la bande zodiacale, sauf Pluton dont l'inclinaison est de 17,2 degrés (fig. 1).

Cinq des planètes sont visibles à l'oeil nu et ont été observées depuis très longtemps. Herschel a découvert Uranus en 1781, elle est visible pour quelqu'un qui a très bonne vue et qui sait où chercher. Quant à Neptune et Pluton on peut dire qu'elles ont été découvertes avant d'être vues, elles sont invisibles sans l'aide d'un instrument.

Les petites planètes sont rocheuses:
Mercure - Vénus - Terre - Mars

Les grosses planètes sont gazeuses:
Jupiter - Saturne - Uranus - Neptune

Mercure est peu visible, car elle reste près du Soleil, seule la sonde Mariner 10 a montré que son sol ressemblait à celui de la lune; il y a seulement une trace d'atmosphère.

Vénus a une atmosphère dense qui cache son sol. Sa période de rotation est plus longue que sa période de révolution autour du Soleil. Comme Mercure elle n'a pas de satellite.

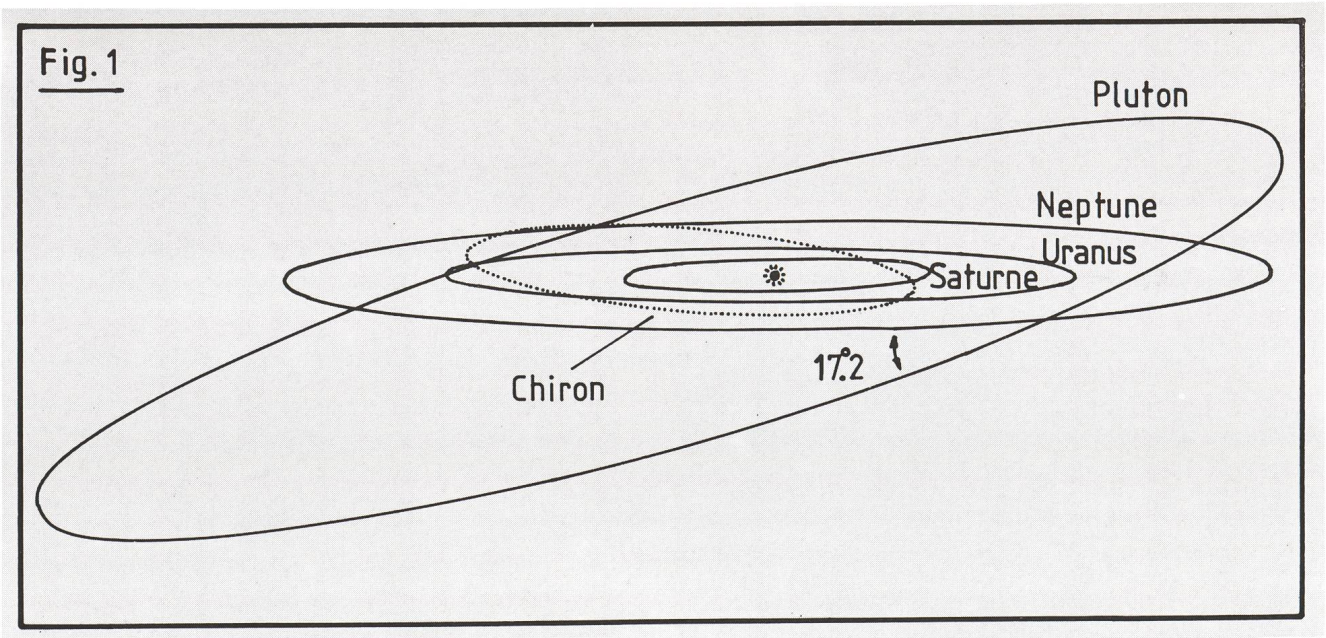
La Terre est exceptionnelle, elle a une atmosphère, de l'eau, un satellite sur lequel 12 astronautes se sont promenés et ont rapporté des échantillons de son sol, mais la lune n'a pas d'atmosphère.

Mars, la planète rouge, est très brillante. On a cru longtemps qu'elle pourrait être habitée, jusqu'à l'ère spatiale qui a montré qu'il n'y avait pas d'eau à l'état liquide mais seulement des traces anciennes d'activité aquatique. Elle a deux satellites: Phobos et Deimos.

Les planètes mineures ou astéroïdes semblent être le résultat d'une planète éclatée, il serait plus juste de penser qu'il s'agit d'une planète qui ne s'est jamais formée. Ces corps se promènent entre les différentes orbites des planètes, surtout entre Mars et Jupiter.

Jupiter, la plus grosse, avec sa tache rouge qui est une énorme tempête cyclonique, possède un anneau à peine visible et 4 gros satellites: Io, Europe, Ganymède et Callisto qui sont facilement visibles. Io a une activité volcanique importante, découverte récemment par les sondes Voyager. Jupiter a encore plusieurs autres petits satellites.

Saturne comme Jupiter a une surface gazeuse. Ses anneaux sont faits de particules de roches et de glace. Elle a une douzaine de satellites, dont Titan est le principal.



Les orbites des planètes extérieures vues depuis un point situé hors du plan de l'écliptique et distant du système solaire. Pluton fait un angle de 17°, 2 avec l'écliptique et l'excentricité de son orbite la place périodiquement plus près du Soleil que Neptune. L'orbite particulière de la petite planète Chiron est également représentée.

Uranus et Neptune sont assez semblables. Uranus est d'apparence verdâtre, Neptune bleuâtre. Uranus possède aussi des anneaux, elle a 5 satellites. C'est la dernière planète visible à l'oeil nu. Ses anneaux ont été aperçus par occultation et photographiés par la sonde Voyager 2. Ils ne sont pas spectaculaires comme ceux de Saturne, ils sont sombres et relativement étroits. Neptune a 2 satellites. Des occultations indiquent qu'elle aurait aussi un anneau.
Nous reviendrons à Pluton ultérieurement.
Pour compléter le système solaire, il faut encore mentionner les comètes, les météorites et les particules interplanétaires. Au 18ème siècle Saturne était considerée comme la dernière planète du système solaire.

La découverte d'Uranus en 1781
Uranus avait déjà été aperçue, on la prenait pour une étoile. HERSCHEL découvrit que c'était une planète après avoir cru que c'était une comète, il voulut l'appeler «Georgium Sidus» en l'honneur du roi GEORGE III, mais seul le nom d'Uranus fut retenu. Cette découverte doublait la grandeur du système solaire connu jusqu'ici, car la distance d'Uranus au Soleil est plus de deux fois celle de Saturne. Cependant la liste n'était pas complète, 20 ans après le triomphe d'HERSCHEL un nouveau chapitre des découvertes planétaires va s'ouvrir.

La loi de Titus-Bode et les astéroïdes
En 1800, 6 astronomes de l'Observatoire de Lilienthal projettent de trouver une planète située entre l'orbite de Mars et de Jupiter. Elle doit être petite pour ne pas avoir déjà été repérée. On se base sur la loi de BODE (table 1).
7 planètes sont connues, la dernière, Uranus, est à une distance de 19,18 U.A. au lieu des 19,6 prévues, mais les astronomes admettent que la loi de Bode est significative. Cependant il manque une planète entre Mars et Jupiter à la distance 2,8 U.A. Le but des 6 astronomes de Lilienthal est de la trouver et ils se nomment ironiquement «Police céleste», il s'agit de FRANZ XAVIER VON ZACH, HEINRICH OLBERS , JOHANN SCHRÖTER, KARL HARDING, GILDEMEISTER et VON EUDE.

La loi de Titus - Bode

Progression de Titus-Bode	Planète	Distance réelle
(0 + 4)/10 = 0.4	Mercure	0.39 U.A.
(3 + 4)/10 = 0.7	Vénus	0.72
(6 + 4)/10 = 1.0	Terre	1.00
(12 + 4)/10 = 1.6	Mars	1.52
(24 + 4)/10 = 2.8	(Astéroïdes)	
(48 + 4)/10 = 5.2	Jupiter	5.20
(96 + 4)/10 = 10.0	Saturne	9.54
(192 + 4)/10 = 19.6	Uranus	19.18
(384 + 4)/10 = 38.8	Neptune	30.06
(768 + 4)/10 = 77.2	Pluton	39.44

Un astronome italien, Piazzi, a déjà découvert un objet mobile, qui depuis a disparu; un allemand, KARL GAUSS, calcule la position de l'objet à partir des observations de PIAZZI et VON ZACH le redécouvre exactement à l'endroit voulu, Olbers le retrouve aussi, c'est bien une planète. Gauss évalue la distance, 2,77 U.A. et PIAZZI la nomme Cérès; elle mesure environ 1000 km. En mars 1802 Olbers voit une deuxième planète, Pallas, il pense que Pallas et Cérès ont été victime d'une catastrophe et que d'autres morceaux existent encore.

En 1804 Harding découvre Junon, en 1807 Olbers voit Vesta, en 1815 on arrête les recherches. Depuis cette date on a trouvé plusieurs milliers de morceaux minuscules.
En 1846 on connaît 12 planètes dont 5 sont des astéroïdes, le chemin est ouvert pour les découvertes futures.

La recherche de Neptune
Après la découverte des astéroïdes et l'application de la loi de BODE, qu'y a-t-il à la distance de 38,8 unités? Même si la planète est grande, elle ne doit pas être visible à l'oeil nu. Les problèmes commencent lors du calcul de l'orbite d'Uranus. Un astronome amateur anglais, T.J. HUSSEY suggère qu'il y aurait une grosse planète transuranienne qui perturberait l'orbite d'Uranus, que cette planète aurait l'apparence d'un disque et ne pourrait être confondue avec une étoile. Il demande l'aide de l'astronome royal Airy pour faire les calculs, celui-ci le décourage.
Les perturbations du mouvement orbital d'Uranus troublent les astronomes. JOHN ADAMS arrive à la conclusion qu'un corps inconnu dérange la course de la planète, il fait des calculs et définit l'endroit du perturbateur, il essaie de contacter AIRY, celui-ci trop occupé n'a pas le temps de le recevoir (ce qui lui sera amèrement reproché plus tard).
Pendant ce temps le directeur de l'Observatoire de Paris, FRANÇOIS ARAGO, propose à un jeune chimiste-astronome, Le Verrier, de s'occuper du problème d'Uranus. Il ne perd pas de temps, s'y attaque et publie un traité, puis un second, le 1er juin 1846, intitulé: «Recherches sur les mouvements d'Uranus». Il situe aussi la planète inconnue mais personne ne l'aide dans ses recherches.
Il correspond avec AIRY, les recherches commencent mollement en Angleterre. LE VERRIER écrit alors à JOHANN GALLE de l'Observatoire de Berlin qui se met immédiatement à prospecter le ciel. Le 25 septembre 1846 la planète est découverte par l'équipe allemande. Les Anglais (Challis) se rendent compte trop tard qu'ils l'avaient déjà vue sans la reconnaître. La gloire est pour Le Verrier, pas un mot d'ADAMS. C'est JOHN HERSCHEL, (fils du découvreur de la planète Uranus) qui dévoile l'existence des travaux de celui-ci.
ARAGO refuse de partager la gloire avec l'Angleterre et il faudra beaucoup de temps pour qu'ADAMS et LE VERRIER soient reconnus comme co-découvreurs. Le nom de la planète pose aussi des problèmes; enfin on choisit Neptune. L'année suivante ADAMS et LE VERRIER se retrouvent face à face et une solide amitié naît entre eux, l'amertume du début est oubliée, dont la faute en est à AIRY et CHALLIS, coupables de négligence. Mais on pourrait se poser la question pourquoi ADAMS, devant tant d'inertie, n'a-t-il pas fait les recherches lui-même?
Neptune est en sérieux désaccord avec la loi de BODE, car au lieu d'être à 38,8 unités, elle ne se trouve qu'à 30,06 unités. Le système solaire semble enfin complet, cependant de légers doutes subsistent quant à l'existence d'une autre planète.
A partir d'une analyse graphique des perturbations d'Uranus l'astronome américain DAVID P. TODD prédit, en 1877, une planète à 52 unités astronomiques du Soleil. Ses recherches n'aboutissent pas. D'autres chercheurs s'y attellent sans résultats.

La recherche de Pluton
PERCIVAL LOWELL (1855-1916) et WILLIAM H. PICKERING (1858-1938) sont les deux chercheurs du 20ème siècle. La prédiction de LOWELL se trouve dans son «Mémoire sur une planète transneptunienne» publié en 1915. Les recherches

n'aboutissent pas, le calcul des orbites est long et les erreurs fréquentes.
Trouver l'orbite est un exercice mathématique très compliqué, tandis qu'avec l'ordinateur on fait cela maintenant en quelques minutes. Neptune fut détectée visuellement à l'aide d'un télescope; une planète de faible luminosité requiert l'usage de la photographie avec une longue pose. Sur une période de 13 ans Lowell a consacré beaucoup de temps et d'efforts pour la théorie mathématique et la recherche d'une planète transneptunienne.
Jusqu'à la découverte de Pluton en 1930 peu de choses de son laborieux travail étaient connues. Découragé et désappointé (c'est la 1ère guerre mondiale et il est pacifiste) il meurt le 16 novembre 1916, avec sa disparition la recherche de cette planète s'arrête alors pendant 13 autres années.

LOWELL a laissé à son observatoire assez d'argent pour continuer son travail et ses trois assistants dévoués poursuivent leur labeur. M. SLIPHER devient directeur et une autorité dans l'étude de Mars grâce à la spectrographie.

Le 2 janvier 1929 un objectif astrographique de 33 cm est monté à Flagstaff. TOMBAUGH entre en scène.

CLYDE W. TOMBAUGH est né le 4 février 1906 dans l'Illinois, il aime la géographie et l'histoire, son oncle lui prête un télescope et un livre d'astronomie. Il est fasciné par le télescope et les machines à vapeur. Il observe souvent le ciel et suit le cours des planètes. Passionné par les observations célestes il construit son propre instrument, cherche à changer d'activité, car aider son père à planter le maïs ne lui convient pas et il part pour l'Arizona où M. SLIPHER, directeur de l'Observatoire LOWELL, lui propose un travail. Nous sommes le 14 janvier 1929 (13 mois plus tard il découvrira Pluton).

Donc, sur la demande de SLIPHER il commence son travail photographique avec le télescope de 33 cm. Son enthousiasme plaît à son entourage, ses photos sont excellentes, mais il faut résoudre quelques problèmes, p.ex. courber les plaques avant de les introduire dans le télescope pour corriger le plan focal, régler la vitesse d'entrainement sidérale. Les plaques sont faites par paires, puis comparées. Après bien des recherches TOMBAUGH se sent frustré, car on pensait trouver rapidement la planète grâce au nouveau télescope.

Il commence le long et monotone examen des plaques, son moral baisse peu à peu, il est perfectionniste et ne peut admettre une défaite. Il part en vacances chez lui pour se changer les idées et revient reposé, plein d'espoir et d'enthousiasme. Sa confiance est complète et il est prêt à affronter plusieurs années de recherche. Lorsqu'il approche de la voie lactée l'examen des plaques devient très difficile à cause de l'augmentation du nombre d'étoiles. Le 21 janvier les rafales de vent balaient la colline, les images sont mauvaises, Tombaugh doit cesser son travail, cependant il développe les dernières plaques. Sur l'une d'elles se trouve l'image de Pluton, il ne le sait pas encore...

Le matin du 18 février en examinant les plaques faites fin janvier, il voit un objet qui est déplacé par rapport à une plaque antérieure. Il examine une plaque encore plus ancienne où le déplacement rétrograde de l'objet est visible. Il est sûr de sa découverte et annonce à Slipher: «J'ai découvert votre planète X». Avant d'annoncer officiellement cette découverte, il faut suivre la planète pendant un certain temps et c'est seulement trois semaines plus tard qu'une ère nouvelle commencera pour l'observatoire Lowell avec l'annonce officielle de la découverte de Pluton.

La date de l'annonce est choisie, le 13 mars, car elle coïncide avec le 149ème anniversaire de la découverte d'Uranus par HERSCHEL et le 75ème anniversaire de la naissance de PERCIVAL LOWELL. Des circulaires sont envoyées aux observatoires et aux départements d'astronomie de tous les USA et du monde. Après la brève annonce du télégramme, la circulaire décrit la découverte avec plus de détails: cette découverte est le résultat direct du programme de recherche mis en place en 1905 par le Dr. Lowell suivant sa théorie sur l'évidence d'une planète transneptunienne.

Voici l'essentiel du communiqué de V.M. SLIPHER:
«Les premières recherches furent laborieuses et incertaines à cause de la faiblesse des instruments et c'est seulement l'année dernière, avec le nouveau et efficace télescope LOWELL, que le travail put être effectué par TOMBAUGH. Le nouvel objet fut repéré sur les plaques des 21, 23 et 29 janvier 1930 et depuis le 19 février il a été étroitement suivi. Il faut placer l'objet au delà de l'orbite de Neptune, à une distance d'environ 40 à 43 unités astronomiques. Pendant plus de 7 semaines l'objet est resté près de l'écliptique. Le disque n'est pas visible, l'objet a une magnitude de 15, il n'est pas comparable à Neptune, sa couleur n'est pas bleue mais plutôt jaunâtre comme les planètes intérieures. De telles indications suggèrent un faible albédo et une haute densité. Il est encore trop tôt pour en dire plus sur ce remarquable objet».

L'observatoire devient célèbre, les visiteurs s'y précipitent pour voir le site de la découverte historique. La pression médiatique est énorme, on veut rapidement un nom, trois sont retenus: Minerve, Pluton, Cronus. Pluton est choisi, car il commence avec les deux initiales de PERCIVAL LOWELL.

Dans les mois et les années à venir bien des questions au sujet de Pluton vont se poser.

La découverte de Pluton fait sensation. Son disque invisible laisse ignorer son diamètre, son orbite est inconnue; quand celle-ci est déterminée, elle choque par son excentricité de 0,9 et sa période de 3000 ans. Son inclinaison est de 17°21' sur l'écliptique.

Les astronomes du monde entier recherchent la trace de Pluton sur de vieilles plaques photographiques, on la retrouve déjà le 27 janvier 1927 sur une plaque de l'Observatoire royal de Belgique à Uccle. Cette nouvelle donnée permet d'améliorer la connaissance de l'orbite en réduisant son excentricité à 0,287 et sa période à 265,3 ans. On retrouve alors la planète dès le 7 avril 1915 sur les plaques de LOWELL et en Europe sur une plaque datant de 1908.

Une polémique est ouverte: la découverte est-elle due au hasard ou non? L'orbite calculée par LOWELL ne correspond pas à l'orbite réelle de Pluton, comment se fait-il qu'elle n'ait été trouvée qu'à 6 degrés seulement de la place prédite? La controverse est toujours ouverte et cela nous montre que ce problème n'est pas résolu.

Comment Pluton se trouve-t-elle sur cette orbite? LYTTLETON en Angleterre est le premier à proposer qu'elle serait un satellite échappé de Neptune. Plus tard VAN FLANDERN cherche à associer l'origine de Pluton à celle de Chiron, un grand astéroïde situé entre les orbites de Saturne et d'Uranus, découvert par CHARLES KOWAL en 1977 au Mont Palomar avec un télescope de 120 cm.
Ces deux corps seraient des satellites évadés de Neptune. Que croire? Le mystère s'épaissit.

Dans les semaines qui suivent la découverte, le sentiment grandit que Pluton n'est pas la planète X tant recherchée, à cause de sa faible masse. TOMBAUGH est furieux, il se remet au travail et décide que, si de nouvelles planètes existent, elles se trouvent dans l'orbite de LOWELL. Il se met à la tâche et dé-

couvre au début juin 1932 un nouvel objet suspect: c'est le 94ème amas globulaire connu de notre galaxie.

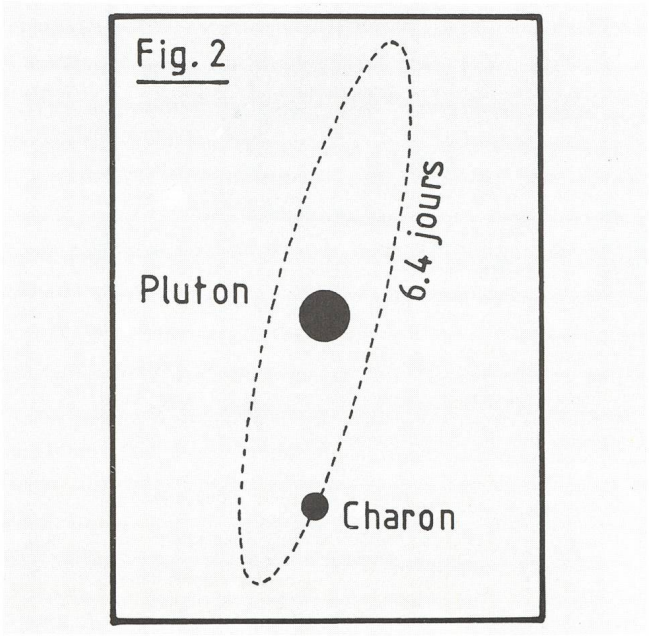
A la veille de la deuxième guerre mondiale, après 14 ans de recherche TOMBAUGH a répertorié sur ses plaques:

3969 astéroïdes
1807 étoiles variables
29'548 galaxies

La masse de Pluton reste un problème. En 1950 KUIPER essaye en vain d'apercevoir le disque de Pluton à l'aide du télescope de 5 m du Mont Palomar. En 1955 FRED HOYLE propose que Pluton se comporterait comme une boule refléchissante, ce qui lui permettrait d'avoir une dimension beaucoup plus grande que son image télescopique apparente, et par conséquent une masse plus importante que soupçonnée jusqu'alors. Le 22 juin 1978 l'astronome américain J. W. CHRISTY aperçoit sur des plaques faites entre le 13 avril et le 12 mai une excroissance sur la planète, ce serait un satellite très proche. L'observation de l'orbite permet alors une estimation de le somme des masses (Pluton + Charon) à l'aide de la 3ème loi de Kepler. Après bien des calculs et des hypothèses, il semblerait que Pluton et son satellite soient deux énormes icebergs, la glace consistant en eau solide, ammoniaque et méthane.

Il faut considérer Pluton et son satellite Charon comme une planète double (fig. 2), plutôt qu'une planète et son satellite, ce qui semble évincer la théorie que Pluton est un ancien satellite de Neptune. La période de rotation est de 6 jours, 9 heures. Il y a plus de 14.000 jours dans l'année plutonienne.

L'année d'or de la 9ème planète a eu lieu en 1980. Le 18 février de cette même année une réunion en l'honneur de Pluton a eu lieu à Las Cruces, pour fêter le 50ème anniversaire de sa découverte. Les derniers détails trouvés sont communiqués et une distinction est faite concernant les origines de Chiron (astéroïde 2060) et de Charon. Un banquet est donné en l'honneur de TOMBAUGH, il reçoit une médaille de l'université d'état du Nouveau Mexique et la planète mineure No. 1064 (1931 FH) portera officiellement son nom.



La planète double Pluton-Charon dans son aspect peu avant les occultations mutuelles qui ont débuté en 1985 et dureront jusqu'en 1990. Elles permettent de déterminer les dimensions et albedos respectifs des deux corps.
L'écliptique est définie par l'horizontale dans cette figure.

Pluton est le plus étrange objet du système solaire et un des plus intéressants; à cause de sa faible luminosité et de sa grande distance, il a fallu 48 ans pour connaître sa nature. Bien qu'il reste encore beaucoup de questions à résoudre concernant Pluton, on peut dire que c'est vraiment un monde né de l'obscurité.

Ajoutons quelques découvertes récentes

Lors d'une occultation, il est possible de recueillir une foule de renseignements. Le 9 juin 1988 Pluton passe devant une étoile de magnitude 12 et l'on a la confirmation que cette planète a une atmosphère mince et que son diamètre est d'environ les 2/3 de la lune.

L'histoire commence en septembre 1985 où plusieurs occultations d'étoiles par Pluton sont annoncées, dont celle de l'étoile nommée P8 par une équipe du Massachusetts Institute of Technology (MIT). On ne s'était pas occupé de ce problème auparavant, vu la difficulté de séparer Pluton de son satellite Charon. Pour la préparation de l'occultation du 9 juin 1988, le groupe du MIT travaille avec l'Observatoire Lowell en changeant la méthode astrométrique d'observation et les astronomes passent plusieurs nuits au sommet du Mont Mauna Kea sur l'île d'Hawaï pour surveiller Pluton et P8. Ils attendent anxieusement la rencontre et en fonction de leurs observations, ils voient que la zone de visibilité se situe surtout dans le Pacifique sud. Un avion-observatoire, le Kuiper-Airborne-Observatory (KAO), avec un télescope de 91 cm est amené à Hawaï. Il a une autonomie de vol suffisante pour parcourir la trajectoire délimitée en dernier lieu. D'autres observatoires se préparent en Australie, en Tasmanie et en Nouvelle Zélande.

L'ombre de la planète va traverser la Terre à la latitude 21 degrés sud. Une équipe du MIT s'envole avec le KAO et les chances de réussite sont évaluées à 50%. Pendant l'occultation qui dure 100 secondes, la lumière de P8 ne change pas brusquement quand l'étoile se cache derrière Pluton, ce qui signifie que la planète a une atmosphère. La lumière de l'étoile décline et réapparaît graduellement. La difficulté majeure réside dans la détermination du diamètre exact de Pluton. Précédemment on pensait qu'elle n'était pas assez massive pour retenir une atmosphère et si froide que peu d'éléments restent à l'état gazeux. Les seuls retenus sont: l'azote, le monoxyde de carbone, l'oxygène, l'argon et le méthane.

Actuellement Pluton se trouve en plein été, le 5 septembre 1989 elle passera au périhélie, le prochain passage aura lieu dans deux siècles et demi. Certains suggèrent que son atmosphère est temporaire et due à sa proximité du Soleil. La pression à la surface est de 100.000 à un million de fois inférieure à celle de la pression atmosphérique terrestre au niveau de la mer. Les observateurs de HOBART en Tasmanie pensent que son atmosphère peut s'étendre jusqu'à 3200 km de la surface ce qui équivaut à une fois et demie le diamètre de Pluton, qui se comporterait alors comme une comète sans en être une.

Une autre question se pose concernant la brillance de Pluton. Sa surface est presque aussi réfléchissante que de la neige fraîchement tombée. On s'attendrait à ce que la lumière solaire et le rayonnement cosmique convertissent la glace de méthane en des hydrocarbures plus complexes ce qui rendrait la planète obscure. La solution serait de croire que l'atmosphère de Pluton est un phénomène estival et qu'elle se retransforme périodiquement en neige quand la planète s'éloigne du Soleil.

A partir de 1985 l'orbite de Pluton-Charon devient visible par la tranche et des éclipses mutuelles se produiront jusqu'en 1990. L'observation de ces éclipses permet alors de mesurer avec une grande précision les diamètres des deux corps et d'en estimer la densité. Les astronomes américains M. BUIE et D. THOLEN parviennent même en 1989 à établir des «cartes» de Pluton et Charon à partir des observations photométriques de nombreuses éclipses. On voit sur Pluton des calottes polaires brillantes qui seraient constituées de neige de méthane. Charon est plus sombre et serait uniquement recouverte de glace d'eau. Des observations spectroscopiques confirment la présence de méthane sur Pluton et son absence sur Charon. Pluton serait, selon ces données récentes, une planète rocheuse recouverte de glace d'eau et d'un peu de méthane.

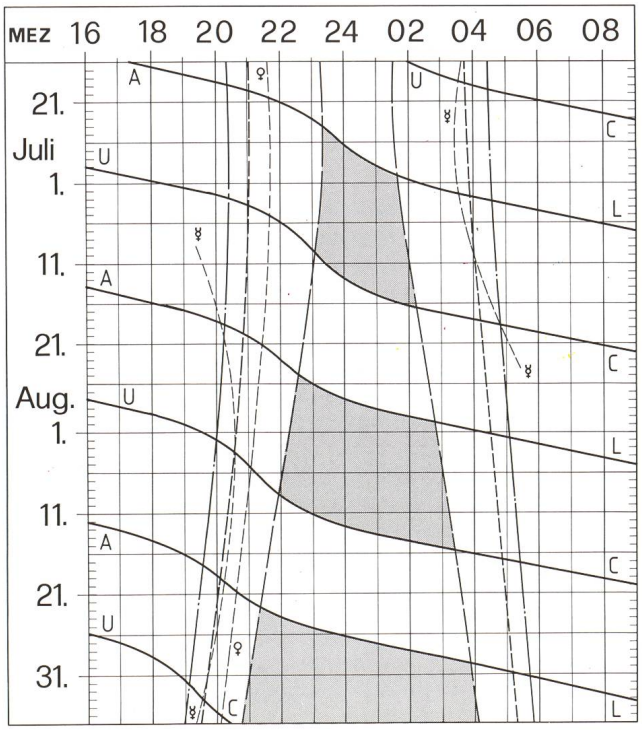
Pluton:
Magnitude apparente env. 14.
Température env. -200° Celsius.
Diamètre 2280 km.
Densité env. 2 fois celle de l'eau.
Diamètre de Charon 1190 km.
Somme des masses env. 0.0025 masses terrestres.
Distance Pluton - Charon env. 19'000 km.
On parle toujours encore d'une éventuelle 10ème planète. Si elle existe, sa lumière serait très faible et difficile à détecter. Des analyses récentes des perturbations orbitales subies par les planètes extérieures laissent à penser qu'il y aurait peut-être une 10ème planète. En poursuivant cette recherche on trouve de temps en temps de nouvelles comètes quand elles s'approchent du Soleil. L'avenir nous apportera certainement la réponse.

Bibliographie

J. AUDOUZE et G. ISRAËL, *Le grand atlas de l'astronomie,* éd. Encyclopedia Universalis, France 1983, p. 210-211, par A. Brahic
J. KELLY BEATTY, BRIAN O'LEARY, ANDREW CHAIKIN: *The New Solar System,* ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
CAMILLE FLAMMARION: *Astronomie populaire,* éd. Flammarion, Paris, 1955.
A. HAYLI: *Histoire de l'Univers,* éd. Hachette, 1980, p. 195.
FRED HOYLE: *Frontiers of Astronomy,* ed. Mentor Books, New York, 1957.
Astronomy and Cosmology, ed. W. H. Freeman & Co, San Francisco, 1975.
WILLIAM J. KAUFMANN III: *Universe,* ed. W.H. Freeman & Co, New York, 1985.
HENRY C. KING: *The History of the Telescope,* éd. Ch. Griffin & Co, London, 1955.
JEAN-RENÉ ROY: *L'astronomie et son histoire,* éd. Masson, Paris, 1982.
Sky and Telescope, December 1988, p. 624-627.
CLYDE W. TOMBAUGH: *Out of the Darkness, the Planet Pluto,* Mentor Books, New York, 1981.

J.-D. CRAMER-DEMIERRE, 24 Clos des Ecornaches, CH-1226 Thônex/GE

Sonne, Mond und innere Planeten



Soleil, Lune et planètes intérieures

Aus dieser Grafik können Auf- und Untergangszeiten von Sonne, Mond, Merkur und Venus abgelesen werden.

Die Daten am linken Rand gelten für die Zeiten vor Mitternacht. Auf derselben waagrechten Linie ist nach 00 Uhr der Beginn des nächsten Tages aufgezeichnet. Die Zeiten (MEZ) gelten für 47° nördl. Breite und 8°30′ östl. Länge.

Bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung am Abend sind erst die hellsten Sterne — bestenfalls bis etwa 2. Grösse — von blossem Auge sichtbar. Nur zwischen Ende und Beginn der astronomischen Dämmerung wird der Himmel von der Sonne nicht mehr aufgehellt.

Les heures du lever et du coucher du soleil, de la lune, de Mercure et de Vénus peuvent être lues directement du graphique.

Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30′ de longitude est.

Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires — dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 — sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le soleil.

— — — Sonnenaufgang und Sonnenuntergang
Lever et coucher du soleil
- - - - - Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe —6°)
Crépuscule civil (hauteur du soleil —6°)
— — — Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe —18°)
Crépuscule astronomique (hauteur du soleil —18°)
A L Mondaufgang / Lever de la lune
U C Monduntergang / Coucher de la lune
Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel
Pas de clair de lune, ciel totalement sombre