

QU'EST-IL ARRIVE A URANUS ET NEPTUNE ?

Les planètes! Holst leur a composé une symphonie, les poètes leur ont dédié des odes, les rêveurs ont médité sur elles et les véhicules spatiaux ont traversé leurs atmosphères pour se poser sur leurs surfaces. Cette exploration spatiale a apporté des résultats souvent spectaculaires et a permis aux astronomes d'améliorer considérablement leurs connaissances de la nature du système solaire. Mais les astronomes ne sont pas les seuls à enrichir leurs connaissances sur les planètes. Le grand public a tellement entendu parler des récentes découvertes dans le système solaire que personne ne considère plus les planètes comme des concepts abstraits de la science moderne, mais comme des compagnons de voyage dans l'espace, bien tangibles. En fait, les connaissances du grand public sur la science planétaire sont tellement développées, qu'il suffit de mentionner le nom d'une planète pour que vienne à l'esprit ses caractéristiques, voire sa personnalité. Mercure est chaude et désolée, Vénus enveloppée du mystère de ses nuages, la Terre c'est notre monde, Mars une planète rouge dédiée au dieu de la guerre, Jupiter est géante et gazeuse, Saturne est entourée de ses anneaux et Pluton, solitaire, est la plus distante.

Deux membres sont absents de cette énumération: Uranus et Neptune. Aucune image ne vient à notre esprit lorsque nous pensons à elles. Une grande part de cet anonymat vient de ce qu'aucun vaisseau spatial ne s'est encore aventuré jusqu'à leurs grandes distances; et leurs images dans nos télescopes ne sont pas aussi frappantes que celles de Saturne ou de Vénus. On peut penser aussi que ces planètes nous parlent peu parce qu'on sait peu de choses sur elles. Faut-il en conclure qu'elles sont inintéressantes et n'ont aucune histoire? Absolument pas.

Si Uranus et Neptune sont peu connues aujourd'hui, elles étaient totalement inconnues il y a deux siècles. C'est William Herschel qui découvrit Uranus en 1781; né en Allemagne, il travailla en Angleterre et fut l'un des plus grands praticiens des observations au télescope. Au cours d'une observation de routine, il découvrit un disque verdâtre dans la constellation des Gémeaux. On savait depuis Galilée que les étoiles apparaissent comme des points lumineux dans les télescopes, du fait de leurs très grandes distances; seuls les objets du système solaire, plus proches, ont l'aspect d'un disque. Certainement, Herschel avait découvert un nouveau membre du système solaire. Mais quel était-il? Il pensa tout d'abord avoir découvert une comète. Mais après plusieurs semaines d'observations cette hypothèse ne fut pas confirmée par ses collègues qui suggérèrent qu'il s'agissait d'une planète. Herschel en convint rapidement et, malgré sa première erreur d'identification, il devint le premier homme qui ait découvert une planète depuis l'antiquité.

Pour prédire où observer un objet céleste que l'on vient de découvrir, on doit calculer son orbite; dans ce cas précis, il s'agit de déterminer les paramètres qui décrivent le mouvement d'Uranus par rapport au Soleil. A cause de la grande distance d'Uranus au Soleil (19 fois plus éloignée du Soleil que la Terre), on comprit très vite qu'il faudrait des années d'observations pour déterminer l'orbite avec précision. Peu soucieux d'attendre des décennies, quelques astronomes eurent une idée astucieuse: Uranus n'aurait-elle pas déjà été observée dans le pas-

sé, et confondue avec une étoile ? Les recherches effectuées dans les cartes du ciel archivées fournirent rapidement des résultats spectaculaires: on avait observé Uranus et porté sa position sur des cartes célestes depuis 1690 !

Armés de ces informations sur la position apparente d'Uranus sur une aussi longue période, les astronomes utilisèrent la théorie de la gravitation de Newton pour calculer l'orbite d'Uranus. Puis, ils attendirent, pleins de confiance, les nouvelles observations, s'attendant à ce qu'elles confirment leurs prévisions. Un problème surgit tout de suite: Uranus semblait être à la traîne, en retard sur la position prédite. Les observations de la position de la planète dans le ciel étaient en désaccord avec la position théorique, malgré toutes les améliorations apportées à la précision du calcul. Cette situation était troublante, bien sûr. La théorie de Newton avait rendu compte de façon triomphale de pratiquement tous les mouvements dans le système solaire. Il était donc choquant qu'elle n'explique pas celui d'Uranus.

On proposa beaucoup d'explications. Certains pensaient que, pour quelque raison inconnue, la loi de Newton ne s'appliquait plus à de aussi grandes distances. D'autres proposèrent une idée tout aussi hardie. Ils se demandaient si le mouvement d'Uranus n'était pas affecté par l'influence gravitationnelle d'une planète encore plus distante.

Les premiers à rechercher une planète trans-uraniennne furent l'astronome français Urbain Jean Joseph Le Verrier et le jeune anglais John Couch Adams. Leur travail reposait sur la théorie et non sur l'observation. C'eut été un travail impossible que de rechercher au hasard dans le ciel un nouveau disque planétaire. Ces deux hommes préférèrent déterminer par le calcul les caractéristiques et la position d'une planète hypothétique qui rendrait compte du désaccord entre le mouvement d'Uranus prédit par la théorie et celui qu'on observait.

Bien qu'Adams parvint à son résultat préliminaire avant Leverrier, il ne put tester son calcul. A cette époque, en Angleterre, l'Astronome Royal était Sir George Biddell Airy. Bien que savant de tout premier plan, Sir George était un personnage très autoritaire. Airy classait les gens en deux catégories: ceux qui avaient fait leurs preuves et méritaient son attention, et les autres. Adams, récemment diplômé, tombait dans la seconde catégorie. En conséquence, Airy refusa de le recevoir et même de répondre à ses lettres. Il n'est donc pas surprenant qu'Adams ne fut pas autorisé à utiliser un télescope anglais pour rechercher dans le ciel la planète à la position qu'il avait prédite.

Tout au contraire, Le Verrier n'eut aucune peine à convaincre les observatoires de rechercher la huitième planète dans la région très limitée du ciel où il pensait qu'elle devait se trouver. Cependant, pour trouver un objet précis dans un champ riche en étoiles, on doit disposer d'une bonne carte de cette région du ciel. Leverrier eut la chance que cette carte existe à l'observatoire de Berlin.

Le 18 septembre 1846, Le Verrier écrivit à Johann Gottfried Galle à Berlin, lui demandant de rechercher sa huitième planète dans la constellation Aquarius. En utilisant la carte stellaire de Berlin, Galle compara la position des astres qu'il observait à celle qu'ils avaient

sur la carte. Vues depuis la Terre, les positions des étoiles changent peu, alors que les planètes se déplacent parmi le champ d'étoiles fixes. Tout ce que Galle avait à faire consistait donc à trouver un astre qui n'existait pas sur la carte.

Après quelques recherches, Galle découvrit un astre qui n'était pas représenté sur la carte. En une nuit d'observations, il découvrit Neptune, la huitième planète, à peu près là où Le Verrier avait prédit sa position. Un grand débat s'éleva pour savoir qui créditer de la découverte de Neptune, Le Verrier ou Adams. Aujourd'hui, on leur attribue conjointement cette découverte majeure. Ils n'ont pas seulement résolu le problème posé par le mouvement d'Uranus et découvert Neptune, mais, ce qui est largement aussi important, ils ont montré que les lois de Newton s'appliquent dans les régions les plus reculées du système solaire. Aujourd'hui, les astronomes se servent des lois de Newton pour décrire les mouvements d'étoiles et même de galaxies très éloignées, ce qui démontre l'universalité de ces lois.

Les histoires d'Uranus et de Neptune sont mêlées depuis le tout début. Cette parenté ne se limite pas à l'histoire de leur découverte. En fait, Uranus et Neptune ont tant de similitudes qu'on les appelle parfois les "planètes jumelles". Qu'il s'agisse de leur dimension, leur masse, leur composition ou leur aspect, elles sont presque identiques.

Uranus est un peu plus grande que Neptune; mais, pour les standards terrestres ce sont de véritables géantes. Le diamètre d'Uranus est à peu près quatre fois celui de la Terre ! Bien que son diamètre soit un peu plus petit, Neptune est la plus massive, avec une masse d'environ 17 fois celle de la Terre.

Les études spectroscopiques montrent qu'Uranus et Neptune sont composées essentiellement d'hydrogène et d'hélium, avec de petites quantités de méthane et d'ammoniac. Neptune possède un peu plus de ces gaz lourds qu'Uranus, ce qui explique sa masse plus élevée en dépit de son plus faible diamètre. Toutes les deux ont un aspect remarquable au télescope. Elles se présentent sous l'aspect d'un disque verdâtre, dû en particulier à la présence de méthane dans leurs atmosphères. Cette couleur est frappante, parcequ'il n'y a pratiquement pas d'astres verts. On trouve quantité d'objets rouges, bleus ou jaunes, mais Uranus et Neptune détiennent le marché pour le vert.

Nous savons déjà que ces deux planètes sont éloignées du Soleil. Uranus réside 19 fois plus loin du Soleil que la Terre et Neptune à une distance une fois et demi plus grande. Ces grandes distances du Soleil expliquent leurs très basses températures, à environ  $-200^{\circ}\text{C}$  ! Paradoxalement, Neptune, la plus éloignée, est plus "chaude" qu'Uranus.

De même que, dans une famille, des jumeaux ont des personnalités différentes, nos planètes jumelles font également preuve de quelque individualité dans leur comportement.

Uranus a attiré sur elle les feux de la rampe en 1977 avec la découverte spectaculaire de ses anneaux. Un autre trait étonnant concerne son axe de rotation. Toutes les planètes tournent sur elles-mêmes autour d'un axe, tandis qu'elles se déplacent autour du Soleil. Sur Terre, nous tournons autour de notre axe une fois par jour et nous accomplis-

sons une révolution autour du Soleil une fois par an.

La plupart des planètes ont leur axe de rotation à peu près perpendiculaire au plan de leur orbite autour du Soleil. Par contre, l'axe de rotation d'Uranus est tellement incliné qu'il est presque contenu dans le plan de son orbite. Cela implique que le Soleil d'été sur Uranus passe à midi au zénith au pôle nord, mais monte à peine au-dessus de l'horizon à l'équateur - à peu près exactement à l'opposé de ce qui se passe sur des planètes "normales" comme la Terre.

Puisque nous parlons des axes de rotation, il convient de noter qu'il a été très difficile de déterminer les axes de rotation d'Uranus et de Neptune. L'une des raisons de cette difficulté est qu'il n'existe aucun détail marquant aisément observable à leur surface, comme la grande tache rouge de Jupiter.

Dans le cas d'Uranus, les chercheurs ont obtenu des périodes de rotation allant de 10 à 30 heures sans qu'on puisse décider quelle valeur est la bonne. Un travail récent, effectué à l'Université du Texas par Harlan Smith et D. Slavsky a établi que le jour sur Neptune dure 18 heures 26 minutes.

La caractéristique la plus étonnante de Neptune est sa température anormalement élevée. Elle résulte probablement de l'interaction avec l'un de ses deux satellites, Triton. Triton est à peu près deux fois plus gros que la Lune et c'est peut-être le plus gros satellite du système solaire. Non content de cet honneur, Triton contribue aussi aux "règles de la circulation" dans le système solaire. Pratiquement tous les satellites sont animés d'un mouvement de révolution autour de leur planète centrale dans le sens direct. Par contre, Triton tourne dans le sens opposé, ou sens rétrograde. Comme si ça ne suffisait pas, le rayon de l'orbite de Triton diminue lentement et, comme ce fut le cas pour Skylab, Triton est en train de se rapprocher de Neptune avec laquelle il entrera peut-être en collision !

La nature particulière et le mouvement étrange de Triton ont inspiré aux théoriciens un scénario qui explique pourquoi Neptune est plus chaude qu'Uranus. A cause de sa grande masse et de sa proximité de Neptune (il est plus près de Neptune que la Lune de la Terre) le satellite exerce un effet de marée intense sur la planète. On pense que ces forces de marée provoquent une friction à l'intérieur de Neptune. Comme on sait, des forces de friction provoquent de la chaleur. Les calculs montrent que la chaleur générée par de telles forces de friction suffirait à rendre compte de la température de Neptune. Cependant ce problème est loin d'être résolu.

Avec toutes ces particularités, Uranus et Neptune méritent plus de publicité ! Si elles ne sont pas plus célèbres, ne soyez pas trop surpris car, comme dit la grenouille Kermit, "ce n'est pas facile d'être vert".

David Slavsky

Note de la Rédaction: Cet article est reproduit avec l'aimable autorisation de la rédaction de Mc Donald Observatory News (cf. Cahiers Clairaut n°8). La traduction est de la Rédaction des Cahiers Clairaut.