

Fiche pédagogique n°01

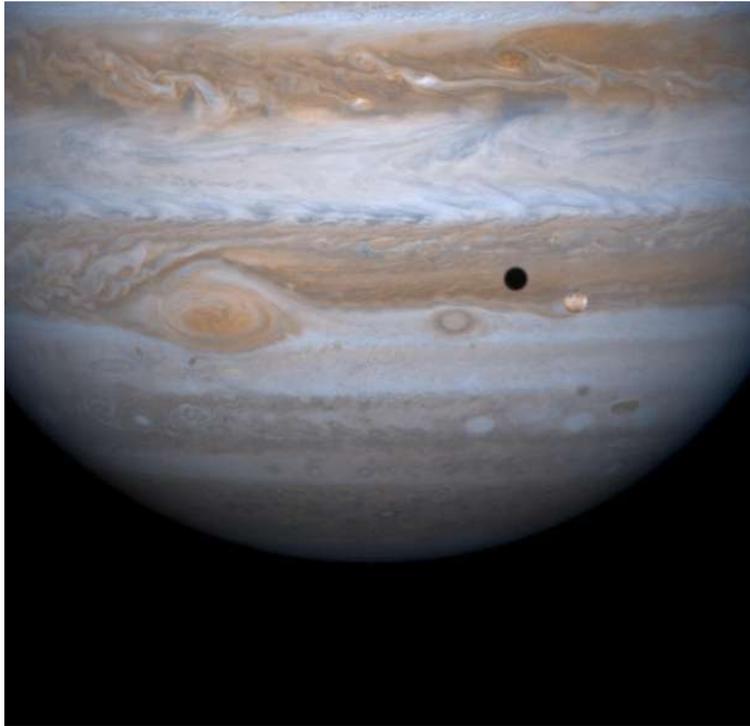
Quelle est la signification du passage de Vénus?

Un grand nombre de corps célestes de différents diamètres apparents se satellisent les uns les autres - les étoiles binaires, un soleil et ses planètes, ou une planète et ses satellites par exemple. Lorsque les objets les plus petits et les plus sombres apparaissent dans le champ visuel d'un observateur terrestre il est possible qu'ils passent devant le corps plus grand ou plus brillant. Ceci s'appelle un passage ou transit. Le passage le mieux connu est l'éclipse de Soleil, quand la nouvelle Lune passe devant le Soleil. Comme ces deux corps célestes ont le même diamètre apparent, la Lune peut complètement recouvrir le disque solaire et une éclipse totale se produit.



Éclipse totale de Soleil

Un phénomène analogue de passage se produit quand un satellite ou son ombre passe devant une planète -les disques ou les ombres des satellites galiléens devant Jupiter ou ceux de Titan devant Saturne, par exemple-. Ces événements ne sont visibles qu'à l'aide d'un télescope et s'appellent des « passages ou passages d'ombres ». (cf. la fiche n°22, Autres passages dans le système solaire)



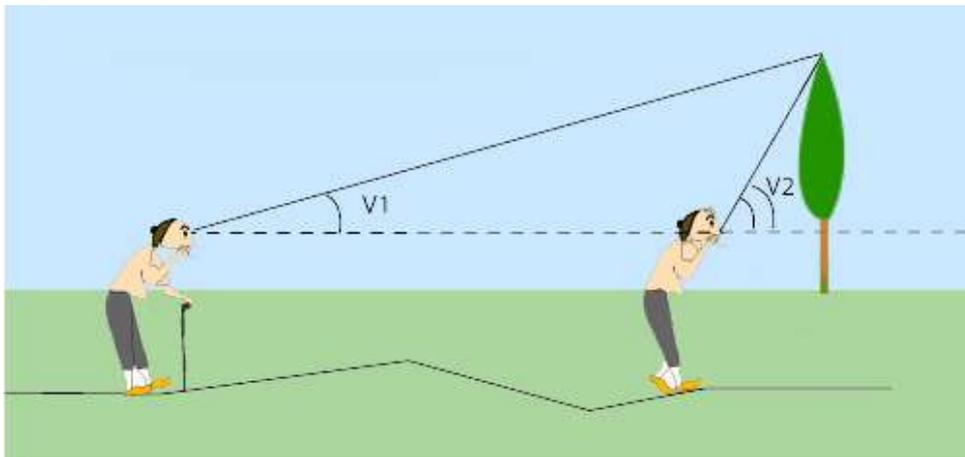
Passage de l'ombre d'un des satellites galiléens

Les passages de Mercure et de Vénus, appelés « transits planétaires », sont très spectaculaires en raison de leur rareté. Ils surviennent lorsque Mercure ou Vénus est en conjonction inférieure (ce qui se produit une fois tous les 116 jours environ pour Mercure et une fois tous les 584 jours environ pour Vénus) et en même temps proche d'un des nœuds orbitaux (points d'intersection entre l'orbite de Mercure ou de Vénus et l'écliptique). Alors la planète se trouve sur une ligne droite entre la Terre et le Soleil. Etant donné que l'orbite de Mercure forme un angle de 7 degrés avec le plan de l'écliptique, que l'inclinaison de l'orbite de Vénus est de 3.3 degrés, et que les deux conditions (que la planète soit simultanément en conjonction inférieure et au voisinage d'un nœud orbital) ne sont pas toujours réunies, ces transits planétaires sont par conséquent des événements célestes exceptionnels. Il y a 13 transits de Mercure par siècle en moyenne, soit environ un tous les 7 ans et demi, et quatre transits de Vénus en 243 ans environ.

Illustration: Les orbites de Mercure et de Vénus, et leur inclinaison par rapport à l'écliptique.

Jadis, les astronomes se servaient des transits de Mercure et de Vénus pour obtenir des informations sur les dimensions du système solaire, la taille du Soleil, la distance de Vénus, et la distance entre le Soleil et nous, qui s'appelle l'Unité Astronomique (UA). Pour définir cette valeur importante, les astronomes utilisaient la méthode de triangulation ou

parallaxe qui permet de mesurer une distance en mesurant des angles et une base.



La méthode de triangulation

Chronométrant de divers lieux sur Terre les moments précis où la planète entre et sort du disque solaire il devint possible, au moyen de la parallaxe, de déterminer la distance de la Terre au Soleil. Les astronomes pouvaient ensuite employer la valeur de l'Unité Astronomique comme référence pour définir la distance d'autres objets du système solaire grâce aux lois de Képler, et jusqu'aux étoiles les plus proches grâce à la parallaxe annuelle. Une fois connue la distance de la Terre au Soleil, les distances comparatives d'autres corps dans le système solaire et les étoiles voisines pouvaient être calculées. Il devenait également possible de déterminer la longitude de l'observateur. Par exemple, des observations du passage de Mercure en 1677 ont permis de définir la longitude de Port Royal en Jamaïque, ceci parce que le passage a été observé depuis différents endroits sur Terre.

Le premier astronome à constater l'importance d'observer les passages de Mercure et de Vénus était Edmund Halley (1656-1742). Le premier astronome ayant observé un passage de Mercure fut Pierre Gassendi (1592-1655) en 1631 à Paris. Le premier astronome ayant observé le passage de Vénus fut Jeremiah Horrocks (1618-1641), en 1639 à Preston.



Jeremiah Horrocks observant le passage de Vénus

Au siècle suivant, la coopération internationale pour les projets scientifiques fut stimulée par de nombreuses expéditions montées pour observer des passages (indépendamment des dissensions politiques, et même des guerres). Des astronomes se sont rendus parfois très loin pour observer les passages de Vénus de 1761 et 1769. Ils savaient qu'une telle occasion ne se reproduirait pas avant 1874 et 1882. Pour observer le transit de 1769, le capitaine Cook a navigué d'Angleterre à Tahiti. Il a découvert Hawaï et quelques autres lieux en prime au cours de son périple; il est rare que des retombées subsidiaires de la recherche astronomique soient aussi flagrantes.



Le capitaine Cook à Tahiti

Les résultats étaient malgré tout décevants, principalement en raison de la difficulté de définir le temps avec précision. Les horloges à pendule étaient

alors les meilleures montres disponibles, mais il fallait les réviser au terme d'expéditions laborieuses et elles ne pouvaient conserver le temps du lieu de départ suffisamment longtemps pour les besoins des astronomes. La deuxième raison était qu'il était difficile d'estimer le moment précis du début du transit, en raison de « l'effet goutte noire » : une zone d'ombre paraît accoupler le Soleil à la traîne de Vénus un instant après le second contact, puis à l'avant de la planète un instant avant le troisième contact. Il est causé par la réfraction de l'atmosphère très dense de Vénus et par des aberrations optiques (diffraction). Ce phénomène limite l'exactitude des observations des passages de Vénus. Les astronomes en ont pertinemment conclu que Vénus possédait une atmosphère. Enfin, la mauvaise connaissance des longitudes de ces lieux d'observation lointains entachait les calculs d'erreurs importantes.



L'effet goutte noire

La première tentative d'estimation de l'UA au moyen de radars eut lieu en septembre 1959. Grâce au radiotélescope de Jodrell Bank, les astronomes ont émis des signaux radar en direction de la surface de Vénus et en ont attendu les échos, mais cette tentative échoua. Une autre occasion s'est présentée en avril 1961, où les équipements de Jodrell Bank, ceux de l'URSS (en son temps), ceux du MIT près de Boston dans le Massachusetts et du JPL à Pasadena en Californie ont concouru. En mesurant le retard de l'écho radar, les astronomes ont non seulement évalué la distance de Vénus, mais encore découvert qu'ils avaient estimé trop courte la distance moyenne Soleil-Terre. Voilà pourquoi ils n'avaient pas détecté d'écho lors de la première tentative, parce qu'ils l'avaient cherché dans la mauvaise direction. Ils avaient maintenant des horloges à masers d'hydrogène, plus précises. Restait néanmoins une anomalie de 60.000 kilomètres entre la valeur radar de l'UA et les meilleures valeurs conventionnelles. La valeur radar moyenne de 149.600.000 kilomètres fut adoptée par la suite.

Les signaux radio émis par les sondes spatiales lors de leur passage derrière Vénus nous ont permis de recueillir des positions et des masses planétaires précises au cours de ces dernières années. Ces résultats issus de l'exploration spatiale font que l'observation de futurs passages planétaires sera d'une importance scientifique moindre. Elle restera néanmoins une bonne méthode pour détecter les planètes extra-solaires en utilisant la méthode des passages devant les étoiles (cf. fiche n°23 sur la recherche d'autres mondes en utilisant la méthode des transits).