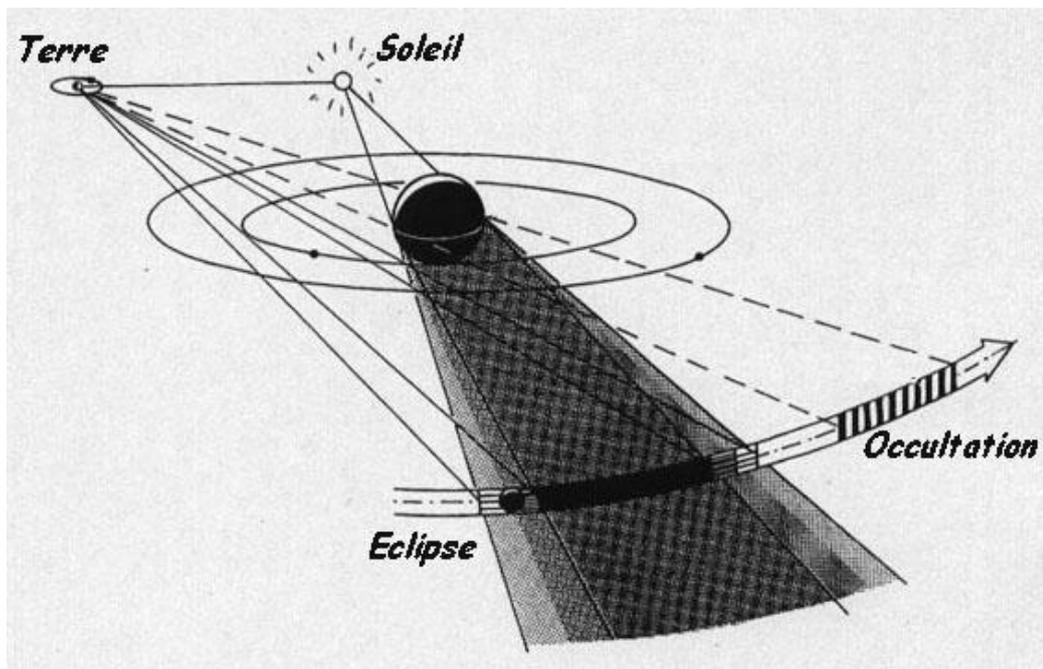


III - Les phénomènes des satellites de Jupiter

Le système des satellites de Jupiter présente la particularité d'offrir à l'observateur de multiples phénomènes du fait de leur proximité avec la planète Jupiter : ils passent derrière le disque de Jupiter (les occultations) devant son disque (les passages), leurs ombres passent sur le disque et surtout ils passent dans le cône d'ombre de Jupiter (les éclipses). Ces phénomènes sont très fréquents et on ne peut les manquer si on observe très régulièrement les satellites. Le 10 janvier 1610, alors qu'il observait les satellites, Galilée assista à une éclipse par Jupiter (sortie de Io de l'ombre de Jupiter) mais n'en comprit pas la signification et attribua l'apparition ou la disparition d'un satellite à la mauvaise qualité de sa lunette. Ce n'est qu'en 1612 qu'il comprendra le mécanisme des éclipses. Galilée établit le mouvement circulaire des satellites de Jupiter dès mars 1610. Pour pouvoir prédire les positions, et bien sûr les éclipses, il fallait construire des tables du mouvement et pour cela il était nécessaire de faire des observations précises ! Malheureusement, les lunettes de l'époque ne le permettaient pas et les modèles de mouvement n'étaient pas bons -les « inégalités » (avance et retard périodique des satellites dans leur mouvement) inconnues- et les tables et prédictions d'éclipses incertaines, surtout longtemps à l'avance.

L'amélioration des lunettes va faciliter les observations, en particulier des éclipses qui donnent des positions des satellites dans leur orbite précise pour autant qu'elles soient datées avec précision. Les satellites se déplaçant avec une vitesse de 10 à 20 km/seconde environ, on voit qu'une erreur de 30 secondes sur l'observation de la survenue d'une éclipse correspond à une erreur de 300 à 600 km dans l'orbite du satellite. C'est une bonne précision mais la mauvaise qualité des garde-temps utilisés a retardé une exploitation efficace de ces données, la précision est de quelques minutes de temps soit plusieurs milliers de kilomètres. Les éclipses seront cependant observées d'une manière intensive du XVII^{ème} au XIX^{ème} siècles. Les premières prédictions d'éclipses sont dues à Hodierna en 1656 et les premières tables à peu près fiables sont dues à Cassini en 1693. La fiabilité de ces tables est importante puisqu'elles auront une application stratégique : la détermination des longitudes géographiques.

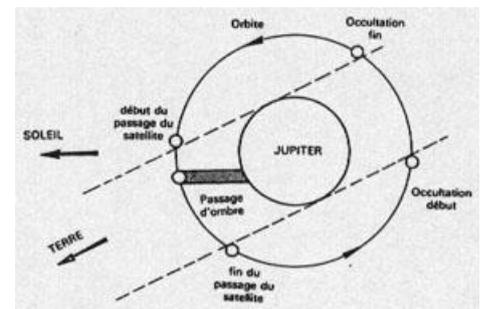
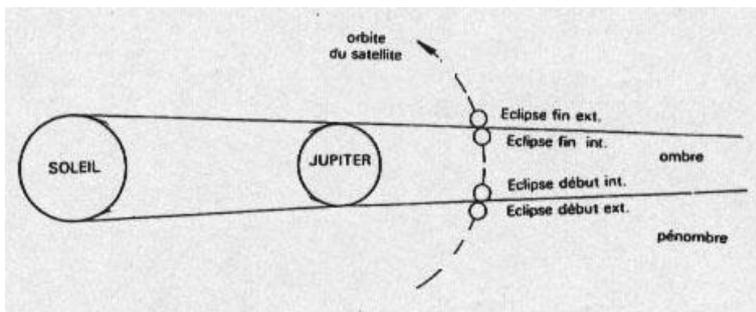


*Les éclipses ont lieu quand les satellites passent dans l'ombre de Jupiter
Les occultations ont lieu quand les satellites passent derrière Jupiter pour un observateur terrestre*

Comme on l'a vu, les éclipses ne sont pas les seuls phénomènes que présentent les satellites galiléens. Il y a aussi les occultations par le disque de Jupiter qui, cependant, nécessite un très bon instrument pour observer contre le limbe de Jupiter. Il fallut attendre 1643 pour une observation de l'ombre d'un des satellites sur Jupiter (par Fontana). Tous ces phénomènes ont été observés régulièrement mais ce sont les observations d'éclipses de satellites par Jupiter qui se sont fortement développées car elles étaient plus aisées et une bonne source d'amélioration des tables du mouvement des satellites. Citons aussi les phénomènes mutuels entre les satellites eux-mêmes. En 1693 une occultation de Europe-J2 par Ganymède-J3 est observée par Arnoldt. Ces phénomènes rares ne sont alors pas prédictibles et nous y reviendrons ultérieurement.



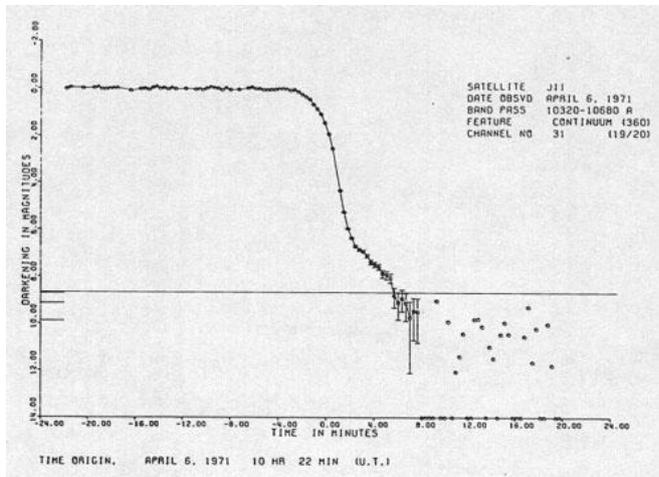
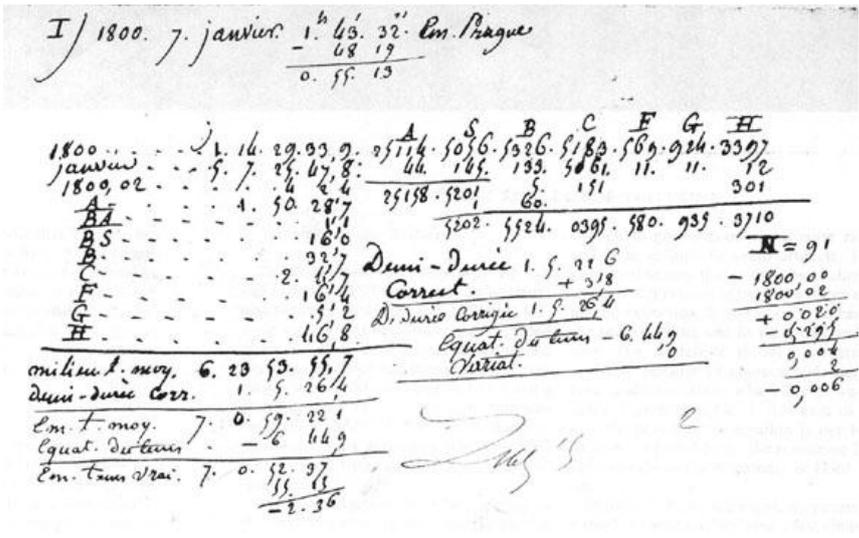
*Ombres des satellites galiléens Io, Callisto et Ganymède le 10 novembre 1987 sur Jupiter
Crédit : Karkoshka et Murrell, NMSU (tél. de 60cm)*



Vue de dessus des phénomènes : les passages d'ombre ont lieu quand l'ombre d'un satellite passe sur la surface de Jupiter. Les passages ou transits ont lieu quand les satellites passent devant Jupiter pour un observateur terrestre.

Tous ces phénomènes entre satellites et Jupiter ont été observés visuellement pendant des dizaines d'années et le grand nombre d'éclipses observées a constitué la base des premières éphémérides. Dès la fin du XIX^{ème} siècle, l'observation des éclipses devient photométrique, c'est-à-dire que la baisse ou l'augmentation d'éclat au cours d'un début ou d'une fin d'éclipse n'est plus seulement évaluée selon des critères propres à chaque observateur mais mesurées par comparaison avec un modèle d'observation d'éclipse ou par rapport à des références photométriques bien calibrées, ce qui va augmenter la précision astrométrique : la datation sera faite à mieux qu'une minute de temps soit 1000 km environ. Ensuite, les enregistreurs photoélectriques sont apparus mais, malgré le progrès qu'ils apportaient, ils ont été très peu utilisés : ils sont arrivés lorsque cessa l'intérêt des astronomes pour ce type d'observation pour des raisons de précision : l'atmosphère de Jupiter réfracte les rayons du Soleil et déforme le cône d'ombre derrière Jupiter. Sa modélisation exacte n'est pas possible et cela dégrade la précision en position des satellites. Pour obtenir une précision meilleure, il faudra se tourner vers d'autres types d'observations, comme la photographie.

Ci-contre à droite un manuscrit de Delambre rapportant l'observation d'un début d'éclipse de Io à Prague le 7 janvier 1800. Delambre constitua une des plus grande collection d'éclipses de grande qualité.



Ci-contre à gauche une observation photométrique d'un début d'éclipse (entrée dans l'ombre) d'Europe le 6 avril 1971 : la difficulté de déterminer le « zéro » est un obstacle à une bonne précision dans la datation de l'éclipse elle-même.