

# LES ÉCLIPSES

## DES SATELLITES DE JUPITER

---

Le moyen le plus simple d'avoir le temps du premier méridien, consistait à se servir des éclipses des satellites de Jupiter. En effet, une fois en possession de tables de prédiction, l'observation brutale d'une immersion ou émergence donne immédiatement l'heure cherchée. La méthode était séduisante par sa simplicité même.

C'est après la publication des éphémérides de D. Cassini en 1668, qu'on commença à faire servir les éclipses à la détermination des longitudes. Picard, Huyghens et Cassini furent les premiers qui s'y appliquèrent. On avait d'ailleurs hésité longtemps sur le phénomène des configurations le plus propre à résoudre la question : passage de l'ombre, entrée sur le disque de la planète ou sortie du disque, éclipses, occultations. A partir de 1690, la *Connaissance des Temps* donna les instants des éclipses du premier satellite, calculés d'après les tables de Cassini ; et quarante ans plus tard, dès 1730, elle y ajoutait les éphémérides des trois autres petites lunes de Jupiter, connues à cette époque.

Au xviii<sup>e</sup> siècle ils furent très observés. Wargentin, né en 1717, secrétaire perpétuel de l'Académie de Stockholm, fut l'astronome qui en fit le plus d'observations. Il s'y consacra presque entièrement. Il retrouva de lui-même, et en comprit l'importance pratique, la période de 437 jours qui ramène dans le même ordre les principales inégalités des trois premiers satellites et par suite à peu près les mêmes configurations. Bradley, en 1726, en avait eu l'idée, mais il ne s'en était pas servi. Les premières tables de Wargentin sont de 1741. En 1759, il les refondit et les envoya à Lalande. Les erreurs, pour le premier

satellite, n'allaient en général qu'à 1 minute, tandis que les tables de Pound, oncle de Bradley, pouvaient s'écarter de l'observation de plus de 6 minutes. Il redonna des tables, toujours presque totalement empiriques, en 1771, 1776 et 1779. Dans ce genre, qu'il avait fait sien, dit Delambre, il s'acquit une grande réputation.

En 1766, l'Académie avait proposé pour sujet de prix « Les inégalités des satellites de Jupiter, produites par leurs attractions mutuelles ». Lagrange, qui utilisa les données de Wargentin, reçut la récompense. Les tables du premier satellite étaient alors quelquefois en erreur de 2 minutes.

La méthode avait un grave inconvénient, sur lequel Verdun, Borda et Pingré insistent dans la relation de leur voyage de 1771-1772. Il y avait des périodes de trois mois pendant lesquelles on ne pouvait observer une seule éclipse du premier satellite, le plus propre à ces sortes d'observations, parce que c'est celui pour lequel, à cause de sa grande vitesse, l'immersion ou l'émer-sion sont le plus instantanées, quand Jupiter était trop près du Soleil. Vers l'opposition aussi, il fallait compter ne pas pouvoir observer pendant un mois, Jupiter et le satellite étant alors trop rapprochés. Mais la grosse difficulté, non résolue encore, était dans l'observation. Il est pratiquement impossible, par suite de l'agitation du vaisseau sur mer agitée, de conserver Jupiter et les satellites dans le champ des lunettes assez fortes nécessaires à cette mesure. Et, de plus, l'influence du grossissement, de la qualité de la lunette et de l'état de l'atmosphère est très grande pour la précision, parce que le satellite perd ou recouvre graduellement sa lumière; le premier, par exemple, mettant 3<sup>m</sup>5 à entrer dans le cône d'ombre ou à en sortir. Voici une observation typique à cet égard. Le 8 juin 1768, Messier qui faisait partie du voyage de Courtanvaux, observe, à Dunkerque, une immersion du quatrième satellite, destinée à fixer la longitude de la ville. Au retour, il se procure des correspondantes. Or l'immersion fut observée à Paris, par Maraldi, à 11<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>6<sup>s</sup>, avec une lunette de 15 pieds; par Cassini à 22<sup>m</sup>44<sup>s</sup>, avec une lunette de 12 pieds; par un neveu de Le Paute, à 22<sup>m</sup>26<sup>s</sup> avec un télescope newtonien de 4 pieds et demi et un grossissement de 60; enfin par un élève de Lalande, à 23<sup>m</sup>56<sup>s</sup> avec un télescope grégo-

rien d'un grossissement de 104. Ces différences, du reste, sont normales. Pour le premier satellite, disait Delambre, il n'est pas rare de voir deux observations d'une même éclipse différer d'une demi-minute; pour le second la différence est plus que double, elle peut aller à 3<sup>m</sup> pour le troisième et passe souvent 4<sup>m</sup> pour le quatrième.

Il paraît que Galilée imagina pour cette observation un casque muni de deux lunettes, instrument avec lequel il espérait qu'on arriverait à maintenir la planète dans le champ. Il avait senti en effet que les mouvements des satellites pourraient servir à trouver les longitudes et pendant 27 ans il s'appliqua à construire des tables qu'il ne pût d'ailleurs jamais trouver satisfaisantes et sur lesquelles il ne publia rien. Whiston eut une autre idée. Il avait fait construire une lunette de 9 à 10 pieds de long, à un seul oculaire, mais à 7 objectifs. Rochon, l'inventeur du prisme à double réfraction et du micromètre qui portent son nom, admet, dans ses *Opuscules mathématiques*, qu'il faut un grossissement de 40 pour pratiquer la méthode. Or, au commencement du XVIII<sup>e</sup> siècle, cela conduisait à l'emploi de lunettes de 15 à 16 pieds, c'est-à-dire de plus de 5<sup>m</sup>.50, tout à fait inutilisables, par conséquent, à la mer. Vers le milieu du siècle, Bouguer, dans son *Traité de Navigation*, recommande la méthode en faisant remarquer qu'une lunette de 9 à 10 pieds était nécessaire, mais qu'un télescope à miroir, de 18 à 20 pouces (49 à 54 cm), suffirait probablement. Il essaya sans succès de se servir d'une lunette de 9 pieds (3 m.) suspendue à un levier appuyé sur son épaule et muni par derrière d'un contrepoids. Enfin il proposa un télescope attaché à un système de leviers articulés, lesquels devaient être manœuvrés par deux aides qui avaient pour unique rôle de dégrossir le pointage. Mais, vers le même temps, en 1755, les lunettes achromatiques, construites par l'opticien anglais Dollond, firent leur apparition et on vit alors, dit Rochon, grâce à la combinaison de deux espèces différentes de verres, une lunette de 42 pouces (1<sup>m</sup>.13) faire l'office d'une lunette ordinaire de 35 à 40 pieds. Et Rochon, qui s'est beaucoup inquiété des satellites au point de vue de la longitude, fit lui-même construire une lunette achromatique avec chercheur, destinée à l'observation de leurs éclipses. Le chercheur, qui

en était la partie originale, était composé d'une lentille de 4 pouces (11 cm.) de diamètre, et de 12 pouces (32 cm.) de foyer. A ce foyer était un verre dépoli de 4 pouces de diamètre également. Il obtenait ainsi un champ très grand, de plus de 20°. Pour rendre l'observation commode, il se servait d'un petit point noir qu'il plaçait sur le verre dépoli, à l'endroit où la planète formait son image quand elle apparaissait au centre du champ de la lunette. L'instrument, enfin, était disposé de manière qu'on pût regarder avec un œil dans la lunette et avec l'autre dans le chercheur.

Il utilisa cet instrument en 1767, sur le vaisseau l'*Union*, de 64 canons, dans un voyage qu'il fit au Maroc, avec une ambassade envoyée au sultan du pays. Le mal de mer lui fit manquer une première éclipse; mais, le 11 avril, il put observer une émergence du deuxième satellite que lui donna la longitude, vérifiée par des relèvements de points à terre, avec une erreur de 24'. Il dit que l'astre étant sorti du champ, il le retrouvait toujours en moins de 4 secondes. Mais tel n'était pas l'avis de Chappe, qui éprouva le même instrument dans l'Atlantique, en 1769, et déclara que les satellites lui échappaient toujours; ni celui de La Coudraye, qui disait que les tentatives de Rochon n'eurent pas de succès par la difficulté qu'il y avait à conserver le satellite dans le champ de la lunette.

Rochon avait imaginé aussi une chaise suspendue, destinée à soustraire l'observateur aux mouvements du navire. Ce n'était pas le premier essai dans ce genre. On eut longtemps une forte tendance, nous en avons eu des exemples, à traiter l'inclinaison du bâtiment en roulis sur houle comme une question de statique et non comme un problème de dynamique extrêmement compliqué, et on admettait alors qu'un objet suspendu devait demeurer vertical. En 1567, le dauphinois Besson, professeur de mathématiques, fut le premier à proposer une table suspendue qui devait, croyait-il, rester horizontale. En 1759, l'anglais Irwin fit éprouver une nouvelle machine de cette espèce, dont le succès fut attesté par Howe. Irwin l'essaya pendant un voyage de six semaines et il pensait qu'elle permettait d'obtenir la longitude par les éclipses des satellites de Jupiter à 3 minutes de temps, soit à 45' près. Montucla décrit

cette « chaise d'Irwin ». Une sphère creuse était emboîtée à rotule et à frottement doux dans deux calottes sphériques fixées au navire. La sphère était traversée par une barre de fer qui passait à travers deux larges ouvertures ménagées dans les calottes. Cette barre portait un plancher à sa partie supérieure et elle était maintenue verticale par un gros poids qui lestait son extrémité inférieure. Verdun, Borda et Pingré restèrent sceptiques sur les succès d'Irwin, parce que les essais n'en furent pas recommencés. Ils avaient ordre, sur la *Flore*, d'éprouver une machine analogue, due encore à un professeur de mathématiques du nom de Fyot. C'était une chaise double, dont l'extérieure était en bois et l'intérieure en fer. Le tout était suspendu à une vergue fixée au grand mât et au mât d'artimon. Ils conclurent de leurs essais « que les mouvements de la chaise étaient moins étendus et plus lents que ceux du vaisseau ; mais qu'ils étaient plus irréguliers et que, quand il y avait peu de mer, on observait plus facilement du pont ». En résumé, il n'attachèrent pas d'importance à ces sortes de tentatives.

Il faut toutefois remarquer que les travaux des astronomes relatifs aux satellites en question ne furent pas vains. Comme les erreurs de la méthode par les éclipses ne dépendent nullement de la grandeur de la différence en longitude des lieux où une même éclipse est observée, ces phénomènes permirent de rectifier d'énormes erreurs, de l'ordre de 20°, sur la longitude de lieux très éloignés des observatoires européens. La géographie en fut renouvelée.

---