



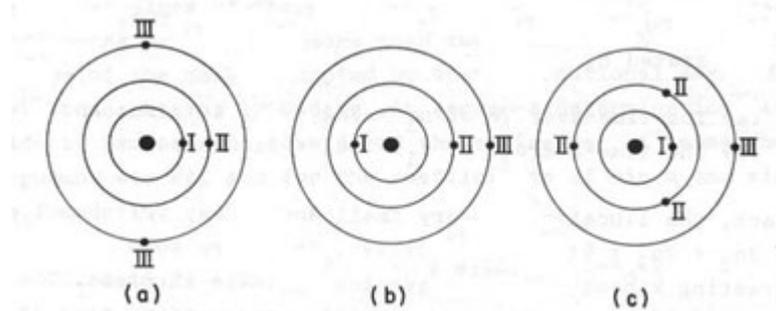
On trouvera ci-après des fac simile des éphémérides publiées dans la Connaissance des temps en 1735 : tables de positions, prédictions d'éclipses et configurations des satellites et ci-dessus un « jovilabe » permettant de situer les satellites par rapport à Jupiter.

JANVIER.			10		11		1735.	
JOURS	DISTANCES du Soleil à la Terre.	DIAMETRES appars du Soleil.	TEMPS que le Soleil met à passer par le Meridien		Jours du mois.	Jours de la Lune.	PHASES de la LUNE.	CONFIGURATIONS DES SATELLITES DE JUPITER, à 7 heures du Matin.
	<i>Dual-lin. terreftr.</i>	<i>Min. Sec.</i>	<i>Min. Sec.</i>	<i>Min. Sec.</i>				
10	21638.	32. 42.	2. 21.					3.0
20	21659.	32. 40.	2. 19.					3.6
30	21690.	32. 38.	2. 16.					4.6
Eclipses des Satellites de Jupiter.			II. SAT.		1.	8.		
I. SAT.			J.	H. M.	2.	9.	☉ Premier	
			3.	1. 50. S.	3.	10.	quart. le 2	
			7.	3. 6. M.	4.	11.	à 7 <sup>h</sup> 57' du	
			10.	4. 23. S.	5.	12.	matin.	
			14.	5. 40. M.	6.	13.	11 <sup>d</sup> 30' ☉.	
			17.	6. 57. S.	7.	14.		
			21.	8. 14. M.	8.	15.		
2.	4. 30. M.		24.	9. 31. S.	9.	16.	☉ P. L.	
3.	10. 57. S.		28.	10. 48. M.	10.	17.	le 9. à 2 <sup>h</sup>	
5.	5. 25. S.				11.	18.	16' du mat.	
7.	11. 53. M.				12.	19.	18 <sup>d</sup> 35' ☉.	
9.	6. 21. M.		III. SAT.		13.	20.		
11.	1. 49. M.		4.	3. 7. S. I.	14.	21.		
12.	7. 16. S.		4.	5. 48. S. E.	15.	22.	☉ Dernier	
14.	1. 45. S.		11.	7. 4. S. I.	16.	23.	quart. le 15.	
16.	8. 12. M.		11.	9. 55. S. E.	17.	24.	à 10 <sup>h</sup> 23' du	
18.	2. 41. M.		18.	11. 0. S. I.	18.	25.	foir.	
19.	9. 9. S.		19.	1. 40. M. E.	19.	26.	25 <sup>d</sup> 27' ☉.	
21.	3. 36. S.		19.	2. 54. M. I.	20.	27.		
23.	10. 5. M.		26.	5. 36. M. E.	21.	28.		
25.	4. 33. M.				22.	29.		
26.	11. 1. S.		IV. SAT.		23.	30.		
28.	5. 30. S.		2.	9. 16. S. I.	24.	1.	☉ N. L.	
29.	11. 57. M.		3.	10. 26. S. E.	25.	2.	le 24. à 2 <sup>h</sup>	
			19.	3. 2. S. I.	26.	3.	1' du mat.	
			19.	4. 30. S. E.	27.	4.	3 <sup>d</sup> 44' ☉.	
					28.	5.		
					29.	6.		
					30.	7.		
					31.	8.		

Mais au XVIIIème siècle, grâce à Newton puis à Laplace, vont se mettre en place les principes de la dynamique et de la gravitation universelle. Tout va changer dans la modélisation des mouvements : on va pouvoir écrire des équations représentant des modèles dynamiques. Pour les satellites galiléens, le problème va être ardu et n'est pas encore complètement résolu aujourd'hui : toutes les difficultés de la mécanique céleste se retrouvent là. Tout d'abord, de nombreuses forces et perturbations agissent sur les satellites : le Soleil, loin mais massif, l'aplatissement de Jupiter, les effets de marée planète-satellites, la planète Saturne et aussi les interactions mutuelles entre les satellites. De ces interactions, va résulter une résonance qui va forcer le mouvement des satellites. Les trois premiers satellites ne se déplacent pas indépendamment les uns des autres, mais ont leurs longitudes L1, L2, L3 liées par la relation :

$$L1 - 3 L2 + 2 L3 = 180^\circ$$

Cette relation remarquable va entraîner que certaines configurations des satellites ne sont pas possibles, par exemple les trois premiers satellites ne peuvent être alignés d'un même côté de Jupiter. La figure suivante montre où peut être le troisième satellite quand les deux autres sont alignés avec Jupiter.



Les satellites ont bien évidemment tendance à échapper à cette contrainte mais ils ne peuvent s'en éloigner de plus d'un degré : la résonance les ramène à leur configuration imposée. A partir des équations dynamiques, les tables (ou éphémérides) vont progresser rapidement : les premières théories sont dûes à Bailly et à Lagrange en 1766, puis vient celle de Laplace, la plus complète en 1788. En 1791, Delambre construit des tables à partir de la théorie de Laplace et de l'observation de plus de 6000 éclipses.

Le XIXème siècle fut l'âge d'or de la mécanique céleste et de l'observation astrométrique. Du point de vue théorique, Damoiseau améliora les travaux de Laplace pour publier des éphémérides et prédictions d'éclipses d'une meilleure précision. Nouvelle amélioration par Souillart en 1880. Vient ensuite le travail monumental de Sampson, astronome britannique de l'université d'Edimbourg, qui réalise une théorie semi-analytique complète du mouvement des satellites galiléens, théorie qui servit à construire les éphémérides dès la fin du XIXème siècle mais qui ne fut publiée qu'en 1921 du fait de la complexité de la tâche. Il faut noter à ce sujet que la construction d'une théorie analytique, c'est-à-dire la construction d'une solution du système d'équations différentielles décrivant le mouvement des satellites -solution dont on démontre que l'on n'en aura jamais qu'une détermination approchée et non exacte-, était la seule méthode à l'époque. Et il fallait aussi rassembler de nombreuses observations pour déterminer les constantes d'intégration du mouvement. Aujourd'hui, les ordinateurs nous permettent de construire des solutions purement numériques plus faciles à obtenir mais qui sont plus difficilement extrapolables dans l'avenir et surtout qui ne nous renseignent pas sur l'amplitude des diverses perturbations. Malgré cela, la théorie de Sampson améliorées grâce aux ordinateurs, a servi de base à la construction des éphémérides durant tout le XXème siècle. Sa version améliorée a servi à la navigation des sondes spatiales (Pionner et Voyager) vers Jupiter. Le XXIème siècle a vu l'apparition d'intégrations numériques de très bonnes qualités pour la construction des éphémérides des satellites.

A côté de l'élaboration d'un modèle théorique du mouvement des satellites et de la possibilité de calculer à chaque instant la position des satellites, se pose le problème de la mise à disposition des éphémérides aux utilisateurs: la première méthode, appliquée pour les planètes et le Soleil, consiste en une tabulation de positions interpolables. La rapidité des satellites galiléens impose une tabulation d'heure en heure qui est impossible à mettre en œuvre matériellement : cela a amené les astronomes à publier des configurations géométriques de la position des satellites. Malgré l'arrivée des ordinateurs, il n'est pas possible à chaque utilisateur de recalculer toute la théorie pour chaque position voulue. Aussi, l'utilisation de tables de coefficients, valables sur un intervalle court, permettant de calculer la position des satellites par rapport à la planète Jupiter assez facilement (fonctions mixtes ou polynômes de Tchébycheff) est un bon compromis. C'est grâce à l'utilisation de tels coefficients que les télescopes sont programmés pour suivre automatiquement les satellites. Des programmes spéciaux sont élaborés pour le guidage des sondes spatiales dans les parages de Jupiter.

Les éphémérides sont aujourd'hui disponibles sur Internet, en particulier à l'IMCCE qui reste, avec le JPL (Jet propulsion Laboratory, lié à la NASA), le seul organisme à produire des éphémérides originales des satellites galiléens.