

LES PHÉNOMÈNES MUTUELS DES SATELLITES GALILÉENS DE JUPITER EN 1979

J.E. ARLOT
Bureau des Longitudes, Paris, France

Received February 11, 1978

MUTUAL PHENOMENA OF THE GALILEAN SATELLITES OF JUPITER IN 1979

The configuration of the orbits of the Galilean Satellites of Jupiter will give rise to mutual phenomena in 1979. The last ones were in 1973. Unfortunately, the best epoch in 1979 for mutual phenomena is near the conjunction of Jupiter with the Sun, so that the most complete phenomena are not observable. Anyway, we present the predicted dates of the phenomena occurring when Jupiter is more than 20 degrees from the Sun.

Key words: phenomena – satellites of Jupiter

La configuration quasi coplanaire des orbites des satellites galiléens permet l'existence de phénomènes mutuels entre ces satellites, se produisant à peu près tous les 6 ans. En effet, lorsque la Terre se trouve dans le plan des satellites galiléens, ceux-ci s'occultent mutuellement pour un observateur terrestre. De même, lorsque le Soleil se trouve dans le plan des satellites galiléens, ceux-ci s'éclipsent mutuellement. Ces éclipses sont indépendantes de la position de la Terre. Pour plus de détails sur les circonstances de ces phénomènes, on se reportera à des publications de tels phénomènes pour les années antérieures (Arlot 1973, Brinkmann *et al.* 1973, Aksnes 1974).

Pour le calcul de ces phénomènes, un formulaire approché ne peut être utilisé: en effet ces phénomènes ont lieu pour des distances angulaires mutuelles inférieures à la seconde d'arc géocentrique et sont donc très sensibles aux petits termes de la longitude et de la latitude. Etant donné le coût prohibitif d'un calcul rigoureux des positions des satellites galiléens pour des instants très rapprochés sur un long intervalle de temps, plusieurs méthodes de calcul peuvent être utilisées: on peut utiliser un formulaire approché pour déterminer les dates des minimums des distances angulaires mutuelles et calculer les dates précises des phénomènes à l'aide du formulaire rigoureux; on peut aussi calculer les coefficients de polynômes de Tchébycheff (Vu 1977) décrivant le mouvement des satellites pendant l'intervalle de temps considéré et calculer ensuite les positions à l'aide des polynômes de Tchébycheff. Ces deux méthodes combinées permettent une grande économie de temps de calcul.

Il faut dire cependant que, malgré l'utilisation de formulaires très rigoureux (théorie de Sampson programmée au Bureau des Longitudes), certaines prédictions ne sont données qu'avec une précision relativement faible: la théorie donne les distances entre les satellites à 0'01 près; or, pour le phénomène du 7 janvier, par exemple (satellite 2 occulte satellite 3), la distance angulaire entre les satellites durant le phénomène varie d'environ 0'7 en 4500 secondes, c'est-à-dire de 0'01 en une minute.

Le moment le plus favorable pour les phénomènes mutuels, en 1979, se situe malheureusement près de la date de la conjonction de Jupiter et du Soleil, ce qui interdit l'observation des phénomènes les plus intéressants. Les phénomènes indiqués dans les tables qui suivent sont ceux qui se produisent lorsque Jupiter se trouve à plus de 20 degrés du Soleil, ce qui entraîne une interruption entre le 19 juillet et le 12 septembre.

Signalons, pour finir, l'intérêt de l'observation de ces phénomènes: les satellites galiléens n'ayant que des atmosphères très ténues, les observations photométriques des phénomènes mutuels sont très précises. On se reportera, pour avoir une idée de ce que l'on peut tirer de ces observations, aux publications faites à la suite de la période de phénomènes de 1973 (Murphy *et al.* 1973, Arlot *et al.* 1974, Duxbury *et al.* 1974, Wyckoff *et al.* 1974, Aksnes *et al.* 1975a, Aksnes *et al.* 1975b, Aksnes *et al.* 1976).

BIBLIOGRAPHIE

- Aksnes, K.: 1974, Mutual Phenomena of Jupiter's Galilean Satellites 1973-74, *Icarus*, **21**, 100.
- Aksnes, K. et Franklin, F.A.: 1975a, Mutual Phenomena of the Galilean Satellites in 1973: Total and Near-Total Occultations of Europa by Io, *Astron. J.*, **80**, 56.
- Aksnes, K. et Franklin, F.A.: 1975b, *Nature*, **258**, 503.
- Aksnes, K. et Franklin, F.A.: 1976, Mutual Phenomena of the Galilean Satellites in 1973: Final Results from 91 light curves, *Astron. J.*, **81**, 464.
- Arlot, J.-E.: 1973, Les Occultations et les Eclipses mutuelles des satellites galiléens de Jupiter, *L'Astronomie*, **87**, 287.
- Arlot, J.-E., Camichel, H. et Link, F.: 1974, Occultation et Eclipse mutuelles des satellites de Jupiter J1 et J2 le 30 août 1973, *Astron. Astrophys.*, **35**, 115.
- Brinkmann, R.T. et Millis, R.L.: 1973, Mutual Phenomena of Jupiter's Satellites in 1973-74, *Sky and Telescope*, **45**, 93.
- Duxbury, T.C., Johnson, T.V. et Matson, D.L.: 1974, Galilean Satellite Mutual Event Data Processing, *Commun. IAU Colloquium no. 28*, 1974, Ithaca, New York.
- Murphy, R.E. et Aksnes, K.: 1973, *Nature*, **244**, 559.
- Vu, D.T.: 1977, Une nouvelle présentation des éphémérides des satellites galiléens de Jupiter, *Astron. Astrophys. Suppl.*, **30**, 361.
- Wyckoff, S., Frohlich, A. et Wehinger, P.: 1974, Galilean Satellites: Photometry of Mutual Eclipses and Occultations, *Pub. Astron. Soc. Pacific*, **86**, 993.

J.E. Arlot

Bureau des Longitudes
77, avenue Denfert-Rochereau
F-75014 PARIS

Table 1 Janvier, avril, mai 1979

Date (T.U.) année mois jour	phénomène sat.	début(1) hr mn sec	début(2) hr mn sec	maximum hr mn sec	durée secondes	grandeur	dist(3)
1979 1 7 2	occulte 3	14 41 11		16 1 34	9684	0,34	7,3
1979 1 14 2	occulte 3	11 1 37		11 26 20	3020	0,65	2,8
1979 1 14 2	éclipse 3	12 45 47	12 51 40	13 19 39	3503	18 X	3,6
1979 1 14 2	éclipse 3	21 29 25		21 37 32		0 X	7,7
1979 1 14 2	occulte 3	23 29 21		23 37 29	928	0,07	8,7
1979 1 28 2	éclipse 3	6 45 15	6 51 7	7 17 6	3042	18 X	3,2
1979 1 28 2	occulte 3	7 29 59		7 57 6	3185	0,78	2,6
1979 4 9 1	éclipse 3	18 35 16		18 38 51		0 X	3,2
1979 5 19 3	éclipse 1	7 51 25		7 53 41		0 X	4,7
1979 5 26 3	éclipse 1	10 44 11		10 47 33		0 X	5,2
1979 5 30 1	éclipse 3	12 43 13		12 44 21		0 X	4,0

début (1) : -occultations : début du phénomène
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans la pénombre

début (2) : -occultations : début de l'occultation totale s'il y a lieu
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans l'ombre s'il y a lieu

dist. (3) : distance apparente du satellite occulté ou éclipsé à Jupiter en rayons joviens

durée : -occultations : durée totale du phénomène
-éclipses : durée de l'éclipse par l'ombre

grandeur : -occultations : la grandeur est calculée sur le modèle de celle d'une éclipse de Soleil
-éclipses : pourcentage du satellite éclipsé, dans l'ombre.

Table 4 Septembre 1979

Date (T.U.) année mois jour	phénomène sat.	début(1) hr mn sec	début(2) hr mn sec	maximum hr mn sec	durée secondes	grandeur	dist(3)
1979 9 12 3	éclipse 2	1 39 22	1 42 40	1 48 14	663	40 X	9,3
1979 9 12 3	occulte 2	3 38 41		3 45 26	810	0,85	9,4
1979 9 13 1	éclipse 3	8 48 32	8 50 29	8 53 19	340	14 X	5,3
1979 9 13 1	occulte 2	9 48 23		9 52 26	486	0,63	5,9
1979 9 14 2	éclipse 3	19 26 54		19 30 15		0 X	2,1
1979 9 14 2	occulte 3	20 59 37		21 1 10	185	0,14	1,3
1979 9 15 1	éclipse 3	6 45 16		6 48 38		0 X	4,0
1979 9 16 1	éclipse 2	22 5 11	22 6 52	22 9 48	355	21 X	5,2
1979 9 16 1	occulte 2	23 9 7		23 13 8	483	0,81	5,9
1979 9 19 3	éclipse 2	5 36 20	5 39 27	5 43 55	530	32 X	9,4
1979 9 19 3	occulte 2	7 52 40		7 57 51	622	0,59	9,3
1979 9 20 1	éclipse 2	11 21 8	11 22 39	11 25 40	361	29 X	5,2
1979 9 20 1	occulte 2	12 29 7		12 33 0	468	0,99	5,8
1979 9 21 2	éclipse 1	20 20 17		20 21 47	180	0,41	1,0
1979 9 21 2	éclipse 3	22 37 50		22 40 49		0 X	2,8
1979 9 22 1	éclipse 3	9 44 0		9 45 50		0 X	3,2
1979 9 24 1	éclipse 2	0 35 16	0 36 41	0 39 42	362	38 X	5,1
1979 9 24 1	occulte 2	1 47 22	1 50 41	1 51 4	445	1,08	5,7
1979 9 25 1	occulte 2	9 30 37		9 31 50	146	0,24	1,2
1979 9 26 3	éclipse 2	9 23 27	9 26 33	9 30 2	417	21 X	9,4
1979 9 26 3	occulte 2	11 56 47		12 0 1	388	0,25	9,1
1979 9 27 1	éclipse 2	13 49 6	13 50 26	13 53 26	360	47 X	5,0
1979 9 27 1	occulte 2	15 5 11		15 8 37	413	0,89	5,7
1979 9 28 1	occulte 1	22 41 5		22 41 47	84	0,07	1,3
1979 9 29 2	éclipse 3	1 49 0		1 51 23		0 X	3,4

début (1) : -occultations : début du phénomène
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans la pénombre

début (2) : -occultations : début de l'occultation totale s'il y a lieu
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans l'ombre s'il y a lieu

dist. (3) : distance apparente du satellite occulté ou éclipsé à Jupiter en rayons joviens

durée : -occultations : durée totale du phénomène
-éclipses : durée de l'éclipse par l'ombre

grandeur : -occultations : la grandeur est calculée sur le modèle de celle d'une éclipse de Soleil
-éclipses : pourcentage du satellite éclipsé, dans l'ombre.

Table 5 Octobre 1979

Date (T.U.) année mois jour	phénomène sat.	début(1) hr mn sec	début(2) hr mn sec	maximum hr mn sec	durée secondes	grandeur	dist(3)
1979 10 1 1	éclipse 2	3 1 35	3 2 51	3 5 48	354	56 X	4,8
1979 10 1 1	occulte 2	4 21 40		4 24 46	372	0,69	5,6
1979 10 3 3	éclipse 2	13 3 2	13 6 18	13 8 48	291	9 X	9,3
1979 10 4 1	éclipse 2	16 13 55	16 15 9	16 18 2	345	66 X	4,7
1979 10 4 1	occulte 2	17 37 55		17 40 34	319	0,49	5,5
1979 10 6 2	éclipse 3	5 0 54		5 2 9		0 X	4,0
1979 10 8 1	éclipse 2	5 25 9	5 26 21	5 29 9	335	74 X	4,6
1979 10 8 1	occulte 2	6 53 8		6 55 11	247	0,28	5,5
1979 10 10 3	éclipse 2	16 37 34	16 42 11	16 42 32	60	0 X	9,2
1979 10 11 1	éclipse 2	18 36 21	18 37 32	18 40 14	321	72 X	4,5
1979 10 11 1	occulte 2	20 8 27		20 9 31	128	0,07	5,4
1979 10 15 1	éclipse 2	7 46 39	7 47 50	7 50 23	306	68 X	4,4
1979 10 17 3	éclipse 2	20 8 7		20 12 15		0 X	9,1
1979 10 18 1	éclipse 2	20 56 59	20 58 10	21 0 34	288	58 X	4,2
1979 10 21 2	éclipse 1	4 10 43		4 12 59		0 X	1,0
1979 10 22 1	éclipse 2	10 34 34	10 7 45	10 9 59	267	46 X	4,1
1979 10 23 2	éclipse 1	17 16 28		17 18 13		0 X	1,1
1979 10 24 3	éclipse 2	23 35 51		23 39 0		0 X	9,0
1979 10 25 1	éclipse 2	23 16 10	23 17 23	23 19 24	244	35 X	4,0
1979 10 27 2	éclipse 1	6 22 17		6 23 54		0 X	1,2
1979 10 29 2	éclipse 2	12 25 10	12 26 26	12 28 14	216	25 X	3,8
1979 10 30 2	éclipse 1	19 28 17		19 29 36		0 X	1,3

début (1) : -occultations : début du phénomène
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans la pénombre

début (2) : -occultations : début de l'occultation totale s'il y a lieu
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans l'ombre s'il y a lieu

dist. (3) : distance apparente du satellite occulté ou éclipsé à Jupiter en rayons joviens

durée : -occultations : durée totale du phénomène
-éclipses : durée de l'éclipse par l'ombre

grandeur : -occultations : la grandeur est calculée sur le modèle de celle d'une éclipse de Soleil
-éclipses : pourcentage du satellite éclipsé, dans l'ombre.

Table 3 Juillet 1979

Date (T.U.) année mois jour	phénomène sat.	début(1) hr mn sec	début(2) hr mn sec	maximum hr mn sec	durée secondes	grandeur	dist(3)
1979 7 2 3	éclipse 1	1 10 15	1 12 40	1 14 41	240	12 X	5,0
1979 7 3 1	éclipse 2	13 16 56		13 17 25		0 X	4,5
1979 7 6 4	éclipse 3	16 41 58	16 47 43	16 52 47	609	11 X	14,6
1979 7 7 1	éclipse 2	2 25 57		2 27 8		0 X	4,6
1979 7 7 4	éclipse 2	17 56 18		17 59 47		0 X	5,4
1979 7 7 4	éclipse 1	20 33 58	20 36 54	20 38 38	208	10 X	4,0
1979 7 8 3	éclipse 2	2 29 54	2 32 33	2 35 7	310	22 X	8,9
1979 7 9 3	éclipse 1	4 10 57	4 12 56	4 15 8	262	26 X	4,4
1979 7 10 1	éclipse 2	15 35 53		15 37 31		0 X	4,8
1979 7 12 1	éclipse 3	5 1 45	5 3 20	5 5 17	235	5 X	1,3
1979 7 14 1	éclipse 2	4 45 50		4 47 48		0 X	4,9
1979 7 15 3	éclipse 2	5 58 15	6 0 42	6 4 12	423	61 X	9,0
1979 7 15 1	éclipse 4	23 43 46	23 49 24	23 50 46	163	0 X	3,9
1979 7 16 3	éclipse 1	7 5 13	7 6 58	7 9 13	268	44 X	3,9
1979 7 17 1	éclipse 4	2 24 1	2 27 50	2 30 6	270	0 X	6,8
1979 7 17 1	éclipse 2	17 56 37		17 58 54		0 X	5,0
1979 7 19 1	éclipse 3	7 47 33	7 49 11	7 51 10	237	6 X	2,2
1979 7 19 2	éclipse 3	17 59 22		18 1 10		0 X	3,3

début (1) : -occultations : début du phénomène
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans la pénombre

début (2) : -occultations : début de l'occultation totale s'il y a lieu
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans l'ombre s'il y a lieu

dist. (3) : distance apparente du satellite occulté ou éclipsé à Jupiter en rayons joviens

durée : -occultations : durée totale du phénomène
-éclipses : durée de l'éclipse par l'ombre

grandeur : -occultations : la grandeur est calculée sur le modèle de celle d'une éclipse de Soleil
-éclipses : pourcentage du satellite éclipsé, dans l'ombre.

Table 6 Novembre 1979

Date (T.U.) année mois jour	phénomène sat.	début(1) hr mn sec	début(2) hr mn sec	maximum hr mn sec	durée secondes	grandeur	dist(3)
1979 11 1 3	éclipse 2	3 1 53		3 3 34	184	15 X	8,9
1979 11 2 1	éclipse 2	1 34 10	1 35 32	1 37 3		0 X	1,4
1979 11 3 2	éclipse 1	8 34 3		8 35 21		0 X	3,3
1979 11 5 1	éclipse 2	14 42 41	14 44 12	14 45 23	144	7 X	3,6
1979 11 6 2	éclipse 1	21 40 4		21 41 7		0 X	1,5
1979 11 9 1	éclipse 2	3 51 15	3 52 57	3 53 43	85	1 X	3,5
1979 11 10 2	éclipse 1	10 46 10		10 46 56		0 X	1,6
1979 11 12 1	éclipse 2	16 59 23		17 1 37		0 X	3,3
1979 11 16 1	éclipse 2	6 7 35		6 9 30		0 X	3,2
1979 11 19 1	éclipse 2	19 15 28		19 17 4		0 X	3,1
1979 11 23 1	éclipse 2	8 23 30		8 24 36		0 X	3,0
1979 11 26 1	éclipse 2	21 31 38		21 31 50		0 X	2,9

début (1) : -occultations : début du phénomène
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans la pénombre

début (2) : -occultations : début de l'occultation totale s'il y a lieu
-éclipses : entrée du satellite éclipsé dans l'ombre s'il y a lieu

dist. (3) : distance apparente du satellite occulté ou éclipsé à Jupiter en rayons joviens

durée : -occultations : durée totale du phénomène
-éclipses : durée de l'éclipse par l'ombre

grandeur : -occultations : la grandeur est calculée sur le modèle de celle d'une éclipse de Soleil
-éclipses : pourcentage du satellite éclipsé, dans l'ombre.