



# PHEMU97

## Campagna di Osservazione dei Fenomeni Mutui dei Satelliti di Giove

J. E. Arlot

Bureau des Longitudes (Parigi)

C. Costa

UIAI Sezione Occultazioni

P. Tanga

Sezione Pianeti

Nell'arco di circa 22 mesi sono compresi tre intervalli di tempo entro i quali la Terra ed il Sole saranno sufficientemente prossimi al piano orbitale dei satelliti galileiani da dare luogo ad eclissi ed occultazioni reciproche, i cosiddetti "fenomeni mutui".

L'intervallo più ricco di eventi e che presenta periodi di migliore osservabilità è quello centrato intorno all'opposizione del 1997, in pratica da marzo alla fine dell'anno. I fenomeni mutui possono essere considerati di grande interesse per diversi aspetti, primo fra tutti la spettacolarità. Se già è degno di nota il normale alternarsi dei consueti fenomeni geocentrici, non lascerà certo indifferente la varietà di configurazioni e modalità che quelli mutui, tra l'altro assai rapidi in generale, possono generare. Si pensi alla possibilità non infrequente di osservare un satellite in transito mentre viene eclissato e trasformato in un dischetto via via più scuro. Altre geometrie sono invece rare ed alcune non ancora verificate: come ad esempio, lontano dall'opposizione, l'occultazione di un satellite mentre il satellite occultante è "nascosto" nell'ombra di Giove. In presenza di condizioni osservative adeguate, l'ispezione dell'immagine dei dischi dei satelliti in occultazione, dell'ombra di un satellite eclissante sull'eclissato, o ancora delle ombre di entrambi in transito sul disco del pianeta, può insegnare molte cose sui limiti dello strumento e far percepire differenze altrimenti trascurabili tra i soggetti a confronto.

Al di là di queste considerazioni, i fenomeni mutui dei satelliti maggiori di Giove costituiscono una preziosa opportunità per rivelare gli errori presenti nei modelli orbitali attualmente in uso. I fenomeni danno infatti origine ad una caduta di luminosità dei satelliti interessati, sia durante le occultazioni (quando uno dei due corpi viene nascosto, parzialmente o totalmente dall'altro), sia, è ovvio, durante le eclissi. La curva di

luce ottenibile, se supportata da una precisa registrazione dei tempi delle misure, fornisce una stima della posizione con un'incertezza molto inferiore a quella ottenibile da terra con qualunque altro metodo osservativo. Per questo il Bureau des Longitudes di Parigi, nelle persone di J-E. Arlot e W. Thuillot, coordina da vari anni il contributo congiunto di astronomi dilettanti e professionisti interessati all'osservazione dei fenomeni.

In passato abbiamo avuto modo di esporre alcune considerazioni a proposito della campagna osservativa PHESAT95, rivolta agli analoghi fenomeni dei satelliti di Saturno. Il coinvolgimento dei non professionisti ha portato in tale occasione ad un contributo aggiuntivo trascurabile, a causa principalmente delle grandi difficoltà introdotte dalla debolezza dei satelliti di quel pianeta.

Nel caso di Giove tali problemi non sussistono. Per questo motivo riteniamo importante dare l'opportunità a quegli astrofili che fossero interessati di poter intraprendere questo genere di osservazioni, utilizzando le procedure più adatte. In effetti, grazie alla notevole luminosità dei satelliti di Giove, non è necessario disporre di grandi strumenti. La tecnica privilegiata consiste nella fotometria tramite CCD, seguita dalla fotometria fotoelettrica e, in ultimo, da quella visuale. Quest'ultima metodologia, meno precisa ma comunque attuabile, consente un primo approccio allo studio dei fenomeni mutui, ed è considerata comunque un ottimo ripiego quando problemi tecnici o condizioni osservative difficili impediscano di usare tecniche più sofisticate. Occorre tuttavia tener presente che è necessaria un'esperienza, seppur minima, di osservazione di stelle variabili.

Chi utilizza normalmente una camera CCD troverà in questo caso un'applicazione di estremo interesse.



Anche se sarebbe opportuno compiere le osservazioni tramite un filtro V standard, in mancanza di questo anche un filtro rosso (che limita la banda passante al rosso-infrarosso) può costituire un utile ripiego. La fotometria è sempre relativa ad un oggetto di riferimento, solitamente un altro satellite. In questo, tra l'altro, risiede parte della motivazione che spinge a cercare l'aiuto dei non professionisti, i quali, con focali più corte, riescono più facilmente a comprendere il satellite in esame e quello di riferimento entro il ristretto campo del sensore.

Anche la fotometria fotoelettrica è in grado di offrire ottimi risultati, ed in mancanza di attrezzatura la fotometria visuale fornisce buone soddisfazioni, almeno sui fenomeni con una rilevante caduta di luce. Quale che sia il metodo impiegato, molta attenzione deve essere prestata alla corretta registrazione degli istanti di tempo relativi alle misure.

E' infatti dal timing degli eventi che si ricavano le informazioni più importanti. Occorre perciò verificare il comportamento del sistema di acquisizione del tempo (cronometro, orologio del computer, ecc.) calibrandolo prima di ogni osservazione. Nel caso in cui si utilizzi una camera CCD occorre verificare che il programma di gestione salvi l'istante della posa, e non, ad esempio, quello del salvataggio del file. Eventualmente è possibile predisporre un registratore a cassetta a cui dettare gli istanti di posa e le altre informazioni utili. A questo proposito, si noti che molti degli eventi si svolgono nell'arco di pochi minuti. Solo in qualche caso si raggiunge una durata di quasi mezz'ora. Le misure devono quindi essere il più possibile vicine nel tempo: l'elevata luminosità dei satelliti facilita il compito.

L'uso del registratore a cassetta è fortemente indicato nel caso si eseguano stime visuali. Poiché queste ultime richiedono qualche secondo ognuna, possono essere dettate durante l'osservazione. Se all'inizio della registrazione si ha cura di registrare anche un riferimento temporale, la ricostruzione della curva di luce può essere effettuata a tavolino cronometrando la registrazione.

Per l'inevitabile imprecisione dello scorrimento del nastro nei registratori portatili è buona norma fornire alcuni riferimenti temporali intermedi per evitare l'accumulo dell'errore.

La Sezione Pianeti e la Sezione Occultazioni si occuperanno di fornire a tutti i dilettanti interessati materiale informativo sull'osservazione dei fenomeni mutui con le diverse metodologie, tratto dalle schede tecniche diffuse dal Bureau des Longitudes in occasione delle passate campagne PHEMU. E' inoltre disponibile un

programma per PC in grado di stilare liste di eventi selezionati in base a diversi parametri (minima caduta di luce, minima altezza di Giove sull'orizzonte, ecc.), corredate delle condizioni locali di osservazione. L'imposizione di alcuni dei requisiti suddetti restringe di molto il numero di osservazioni eseguibili da un solo sito (vedere Tab. I), ed è quindi opportuno che si tenti anche la misura di eventi in condizioni "difficili" (cattivo seeing, bassa altezza sull'orizzonte, ecc.). Un secondo programma permette di visualizzare la posizione dei satelliti dei pianeti esterni con precisione elevata, in modo da eliminare ogni possibile ambiguità di identificazione.

Tali programmi sono disponibili per chi ha l'accesso a Internet tramite ftp anonimo sul nodo: ftp.bdl.fr; in alternativa sono ottenibili dalla Sezione Occultazioni e della Sezione Pianeti.

Le osservazioni effettuate saranno controllate e ridotte a cura dei sottoscritti, quindi inoltrate al Bureau des Longitudes; sono benvenute, comunque, le osservazioni già ridotte e corredate della curva di luce risultante. Si prega, in ogni caso, di includere comunque le singole misure (o stime visuali); nel caso della fotometria CCD e' opportuno inviare sia la serie completa delle immagini già correttamente normalizzate (flat e dark), sia la serie di immagini grezze e di calibrazione.

Gli interessati fortemente intenzionati a fornire un contributo osservativo, anche se dotati di piccoli strumenti, si rivolgano al più presto al responsabile della Sezione Pianeti o della Sezione Occultazioni indicando la strumentazione disponibile.

### **Tabella a pag. 31** **I principali fenomeni mutui nel 1997,** **visibilità calcolata per Roma.**

Le prime colonne riportano la data ed il tipo di fenomeno, codificato col numero del satellite (1=Io, 2=Europa, 3=Ganimede, 4=Callisto). Ad esempio 1O2 significa "Io occulta Europa"; "E" sta invece per "eclissa". La lettera successiva indica l'entità del fenomeno: P=parziale, A=anulare, T=totale, nessuna lettera=penombrale.

Segue il tempo universale della centralità prevista per l'evento, il rapporto tra il flusso luminoso in quell'istante e quello fuori evento, la durata in secondi del fenomeno; la distanza apparente a cui avviene, misurata in raggi gioviani dal centro del disco di Giove. Si leggono poi la distanza angolare di Luna (Mo.) e sole (Su.), l'altezza e l'azimuth di Giove (hJup. e AJup) e l'altezza del Sole (hSun).



-----Ph. Mutuels 1996/98 ----- Roma -----

Date	Phen.	TU	Flx.dr.	Dur.	DJup.	Mo.	Su.	hJup.	aJup.	hSun.			
		h m s		s	RJup.	°	°	°	°	°			
1997 420	1O2	P	24715	0.141	201	3.5	138	71	11.3	-56.3	-16.7		
1997 426	4O3	P	24659	0.346	3256	14.0	64	77	14.5	-52.6	-15.1		
1997 512	4O3	P	23741	0.166	482	6.9	154	90	21.4	-43.1	-12.6		
1997 513	2O3	A	22331	0.479	388	5.6	166	91	20.0	-45.4	-14.4		
1997 522	3O1	P	2359	7	0.267	476	5.3	71	100	3.4	-66.3	-26.4	
1997 527	1O3	P	126	8	0.236	293	0.9	16	104	19.4	-46.9	-19.1	
1997 529	1E2	P	1	952	0.809	343	5.8	12	106	18.2	-48.8	-20.4	
1997 531	3O1	P	03016	0.150	1229	5.8	40	107	13.5	-55.2	-23.4		
1997 610	2E1	A	225214	0.567	297	3.7	175	118	5.1	-64.7	-24.9		
1997 618	2E1	A	1	446	0.647	298	3.5	89	125	27.0	-32.1	-19.6	
1997 629	1E2	P	232324	0.272	342	6.1	78	136	21.2	-43.4	-24.8		
1997 7 6	3E4	P	223243	0.547	1733	17.3	167	144	18.2	-47.9	-24.9		
1997 7 7	1E2		14217	0.116	316	6.2	169	144	32.7	-0.3	-17.0		
1997 7 8	2E4		225558	0.351	600	1.2	166	146	22.3	-40.9	-25.6		
1997 712	2E1	P	204747	0.297	258	2.3	120	150	5.9	-62.9	-18.0		
1997 718	3O2	P	204751	0.182	598	9.1	41	156	9.9	-58.1	-18.8		
1997 719	3O1	P	205926	0.293	348	3.4	26	157	12.4	-55.1	-20.2		
1997 719	2E1		225957	0.149	233	1.9	25	157	27.4	-28.4	-27.3		
1997 722	1O3	P	212344	0.180	318	3.6	19	160	17.8	-47.5	-23.0		
1997 725	1E4	A	2052	5	0.300	838	4.2	62	164	15.0	-51.2	-20.5	
1997 725	3E2	P	223143	0.330	689	8.9	63	164	27.1	-28.8	-27.9		
1997 725	3O2	P	234959	0.228	678	9.2	64	164	31.7	-7.7	-28.0		
1997 726	3O1	P	232324	0.296	334	3.0	77	165	30.8	-13.9	-28.8		
1997 729	1O3	P	234943	0.206	346	4.1	118	168	31.8	-2.8	-28.9		
1997 8 1	4E3	A	02053	0.601	1795	14.9	143	170	31.4	7.4	-28.2		
1997 8 1	4E2		201137	0.191	617	7.5	154	171	13.4	-53.0	-17.1		
1997 8 2	3E2	P	211	8	0.393	771	9.2	157	171	23.2	37.2	-17.9	
1997 8 2	3O2	T	253	7	0.259	763	9.3	157	171	17.9	46.5	-12.1	
1997 8 3	4E1	A	0	5	6	0.770	571	3.7	168	172	31.5	5.4	-29.5
1997 8 3	3O1	P	145	7	0.311	328	2.5	168	172	25.4	32.1	-21.3	
1997 8 6	1E3		2	431	0.118	423	4.6	153	176	21.8	39.7	-19.6	
1997 8 6	1O3	P	21729	0.245	385	4.5	153	176	20.2	42.5	-17.9		
1997 811	1E4		255	8	0.367	481	0.8	93	178	11.6	54.6	-13.5	
1997 825	3E2		1	923	0.100	1832	8.7	106	163	17.5	45.5	-30.8	
1997 828	1E3	P	03625	0.199	1374	2.2	144	159	19.9	41.2	-34.7		
1997 9 3	1E3	P	225514	0.340	1661	0.5	131	152	26.6	25.3	-40.8		
1997 9 4	1O3	P	13425	0.181	1219	1.0	129	152	7.1	58.6	-30.7		
1997 911	1O3	P	03231	0.204	1323	1.4	43	144	11.8	52.6	-39.5		
1997 918	1E3	A	193455	0.472	561	6.7	71	136	29.3	-11.6	-26.4		
1997 921	3O1	P	182233	0.198	283	1.3	113	133	25.5	-27.2	-14.9		
1997 921	3E1	P	203114	0.726	412	3.0	115	133	29.8	7.3	-36.1		
1997 922	3E2	P	19	159	0.673	902	9.0	127	132	28.5	-16.0	-22.2	
1997 925	1E3	A	223238	0.449	506	6.5	166	129	18.9	41.6	-48.8		
1997 928	3O1	P	205234	0.163	274	1.8	156	126	27.4	20.6	-41.5		
1997 928	3E1	P	231729	0.483	402	3.7	155	126	11.1	53.1	-50.1		
1997 929	3O2	P	184222	0.196	797	9.3	146	125	28.9	-13.6	-21.1		
1997 929	3E2	P	224627	0.229	685	8.7	144	125	15.0	47.8	-50.7		
199710 5	3O1	P	2326	7	0.141	271	2.4	71	119	5.3	59.8	-52.4	
199710 6	3O2	P	221233	0.217	734	9.3	60	118	15.8	46.6	-52.3		
19971016	2O3	P	173626	0.208	315	2.0	79	108	28.9	-13.4	-14.2		
19971023	2O3	P	2043	1	0.219	320	2.4	173	102	19.1	41.5	-48.9	
19971118	3O2	P	19	911	0.259	502	8.0	154	78	19.8	41.6	-38.1	
19971121	1O3	P	1758	2	0.192	278	0.3	168	75	26.4	27.4	-25.1	
19971124	3O1	P	2032	7	0.312	857	5.9	132	73	4.8	61.9	-53.5	
19971125	3O1	P	183922	0.106	556	5.8	121	72	20.8	40.5	-33.1		