

Impatto della cometa Shoemaker-Levy 9 con Giove: rapporto preliminare

Gianluigi Adamoli

UAI - Sezione Pianeti

Abstract. The fragments of comet Shoemaker-Levy 9 hit the SSTZ of Jupiter on 1994, July 16-22. Many of them produced an impact flash just beyond the limb of the planet, very strong in the infrared (2.3 μm) but also discernible in visible light. Cicognani saw the impact of nucleus Q2 on July 20 as a bright spot on the planet limb. On the following weeks the Section observers recorded the onset and the evolution of some very dark SSTZ spots originated at the major impact sites. Some were dissipated in a few days, while others persisted up to the end of the apparition (September 1994), gradually diffusing and creating an obvious dark belt rivalling with NEB for prominence.

Introduzione

In accordo con le previsioni (Adamoli 1994, Favero 1993), frammenti della cometa Shoemaker-Levy 9 sono caduti sulla SSTZ di Giove fra il 16 e il 22 luglio 1994, dando origine a numerose macchie scure fra le più spettacolari mai osservate sul pianeta, alcune osservabili anche con i più modesti strumenti. Questo rapporto riguarda le prime settimane di vita di queste macchie ed è basato sui resoconti inviati da alcuni dei collaboratori della Sezione Pianeti. Si tratta di un resoconto in gran parte qualitativo, che sarà seguito da un rapporto più dettagliato quando i contributi di tutti gli osservatori saranno giunti allo scrivente.

Sono state analizzate 121 osservazioni visuali e 58 fotografiche inviate da 18 astrofili (tabella I) che coprono l'intervallo 16 luglio - 9 settembre. Molte foto sono tratte da immagini CCD acquisite da Luigi Testa a Parma, da Giovanni Quarra Sacco a Firenze e da Gino Farroni - in collaborazione con Michel Jacquesson - a Saint-Avertin (Francia). Le immagini di Farroni sono state elaborate mediante il software MIPS sviluppato da Christian Buil, che permette di unire più immagini ricavandone planisferi totali o parziali di immediata misurazione (Farroni 1994). Dalla letteratura sono stati tratti anche alcuni transiti di Franco Balella, Isao Miyazaki, John Rogers e James Lancashire (Rogers 1994a, 1994b).

Le osservazioni

I frammenti della cometa, seguiti nei mesi precedenti l'impatto, erano stati identificati con lettere dell'alfabeto (escluse I e J). Alcuni hanno subito cambiamenti significativi prima dell'arrivo su Giove: il nucleo M si è indebolito fino a scomparire, i nuclei P e Q si sono spezzati in due componenti ciascuno. P1 è successivamente scomparso, mentre P2 è stato seguito fino all'imminenza della caduta senza però rilevare tracce dell'impatto. Gli altri

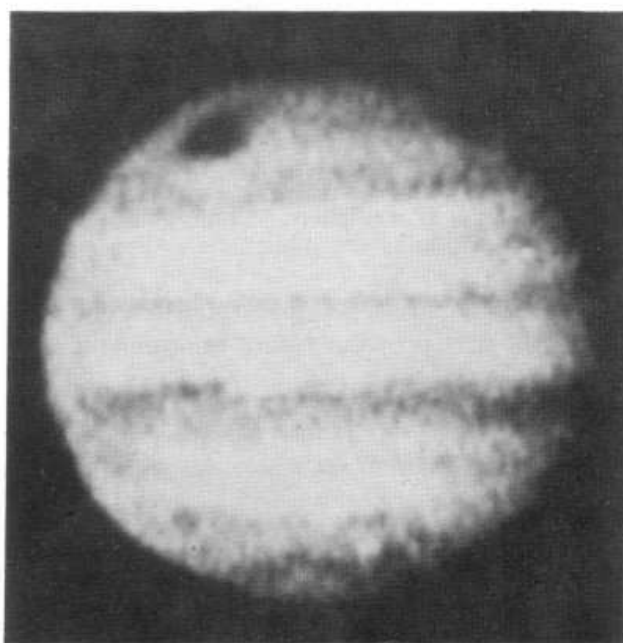


Fig.1. Autori: G. Farroni e M. Jacquesson, 18 luglio, 21.08 UT, camera CCD LYNXX PC. Molto evidente il sito di impatto D/G, mentre sul bordo seguente appare il sito H a meno di due ore dalla sua formazione

frammenti, eccetto il T, hanno dato luogo a impatti visibili, che sono avvenuti sull'emisfero in ombra, appena pochi gradi oltre il lembo del pianeta.

Le "palle di fuoco" dell'esplosione sono state ben osservate da Terra perché si sono sollevate a migliaia di chilometri di altezza e hanno dato luogo a intense emissioni infrarosse, soprattutto nella banda di assorbimento del metano a 2.3 μm , con temperature interne dell'ordine di 2-3000°C (Rogers

Tabella I
Lista degli osservatori

Nome	Sito	Strumento*	Oss.vis.	Foto
G. Adamoli	Padova, Verona	11cm OG, 25cm SP	32	-
S. Baroni	Milano	20cm SP	15	-
T. Bruno	Imperia	20cm SP	-	2
M. Cartisano	Abbadia Alp. (TO)	20cm SP, 30cm SP	5	-
M. Cicognani	Forlì	10cm OG	22	-
M. Falorni	Arcetri, S. Polo (FI)	36cm OG, 20cm SP	7	-
G. Farroni	Saint-Avertin (Francia)	41cm SP	-	27**
A. Frosina	Palermo	20cm SP	6	-
M. Genovese	Torino	20cm SP	4	-
L. La Valle	Roma	11cm SP	1	-
E. Maramonte	Lucera (FG)	20cm SP	5	-
S. Massaro	Gela	14cm SP	-	1
M. Perego	Cernusco s/N (MI)	20cm SP	6	1
G. Quarra Sacco	S. Gersolè (FI)	30cm SP	-	1**
C. Rigato	Caltana (VE)	12cm OG	11	-
L. Testa	Parma	15cm OG	-	13**
D. Tirelli	Sossano (VI)	20cm SP	7	-
C. Zanelli	Palermo	13cm SP	-	13

* OG = rifrattore; SP = riflettore. ** Immagini CCD

Tabella II
Longitudine (sistema II) delle zone di impatto (17-26 luglio)

Macchia	L ₂ (°)	n. misure
H	28	10
E	81	11
A	109	5
C	150	7
K/W	201	9
L	270	10
D/G/S	309	17
R	328	1
Q1	351	6

1994a, 1994b). In base agli effetti riscontrati, i nuclei cometari possono essere raggruppati in tre tipologie:

- nuclei A, C, D, E, G, H, K, L: hanno prodotto prolungati flash d'impatto e hanno dato luogo a grandi macchie scure; si è trattato di oggetti giunti su Giove ancora molto compatti;

- nuclei B, F, N, Q2: apparivano in ritardo sulla loro orbita, hanno dato luogo a brevi flash d'impatto e a macchie atmosferiche evanescenti, viste solo dal telescopio spaziale Hubble; si può pensare che siano giunti su Giove in forma di nubi di particelle dotate di scarsa coesione e abbiano dato luogo a intense piogge di meteorie nell'alta atmosfera gioviana, senza tuttavia penetrarvi in profondità;

- nuclei Q1, R, S, U, V, W: gli ultimi a cadere, di coesione e di composizione forse ancora differente, hanno dato luogo a flash brevi ma luminosi, come quelli del primo tipo, mentre le macchie atmosferiche da loro generate sono apparse relativamente modeste.

Solo gli impatti A, H, Q1 e Q2 sono avvenuti nella finestra temporale di osservabilità notturna in Italia. Il flash del nucleo Q2 è stato osservato sul lembo di Giove da Cicognani il 20 luglio, fra le 19.44 e le 19.48, sotto forma di una piccola macchia

molto chiara stimata di intensità 0. I nuclei U e V sono caduti quasi esattamente sopra i precedenti siti di impatto dei nuclei K e E e non sembrano aver influenzato sensibilmente le macchie già formate.

Gli impatti più importanti hanno generato una struttura articolata, che tendeva a crescere di dimensioni durante le prime 24-48 ore, con un nucleo più scuro spostato verso il lato *seguito* (longitudini crescenti), circondato da un anello grigio asimmetrico, esteso prevalentemente sul lato *precedente* (longitudini decrescenti). Inoltre, in condizioni di seeing favorevole, sono state scorte sul bordo *precedente*-sud della macchia sottili strisce transitorie che, confermate dal telescopio Hubble, sono state interpretate come l'effetto visibile dell'espansione attraverso le nubi di Giove dell'onda d'urto generata dall'impatto. L'asimmetria delle configurazioni si spiega tenendo presente che le cadute non sono avvenute lungo la verticale, ma secondo una direzione approssimativa E-O (*seguito-precedente*).

Di seguito viene fornito un succinto resoconto dell'evoluzione delle macchie nel visuale, denominandole con le stesse lettere dei frammenti di cometa che le hanno generate; la tabella II ne riporta la posizione originaria in longitudine, dedotta dai transiti e dalle misure sulle immagini CCD.

Evoluzione delle macchie

H - Gino Farroni ha fotografato questa macchia la sera stessa della caduta, il 18 luglio, poco più di

Impatto della cometa Shoemaker-Levy 9 con Giove: rapporto preliminare

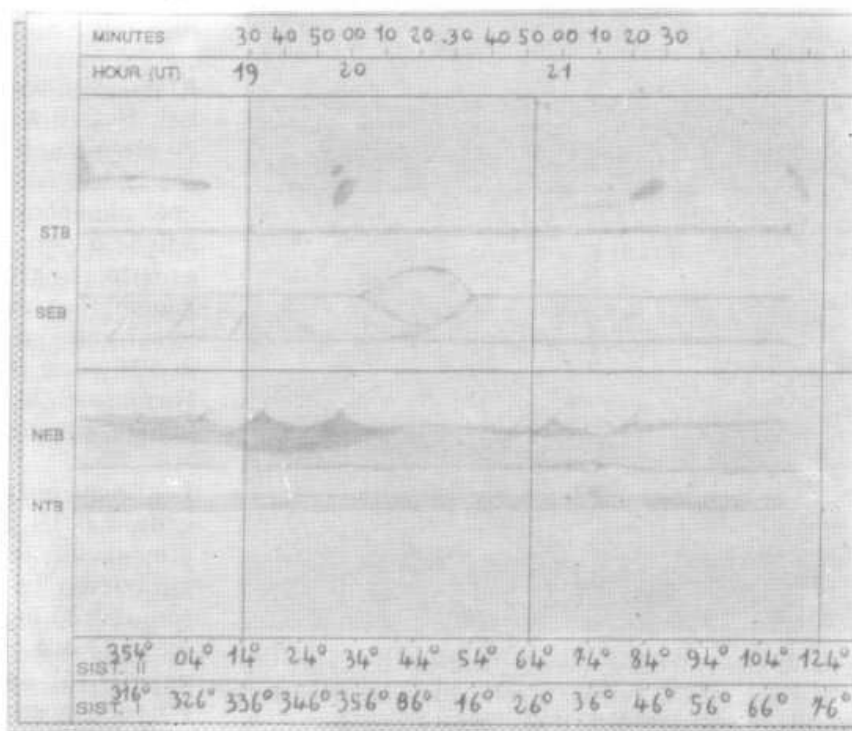


Fig. 2. Autore: M. Cartisano, 21 luglio: sono visibili la macchia D/G/S (al bordo precedente prima dell'osservazione), la piccola R quindi, in successione: Q1, H, E (vicina a un tratto scuro di SSTB) e A già indebolita, 5 giorni dopo la sua formazione.

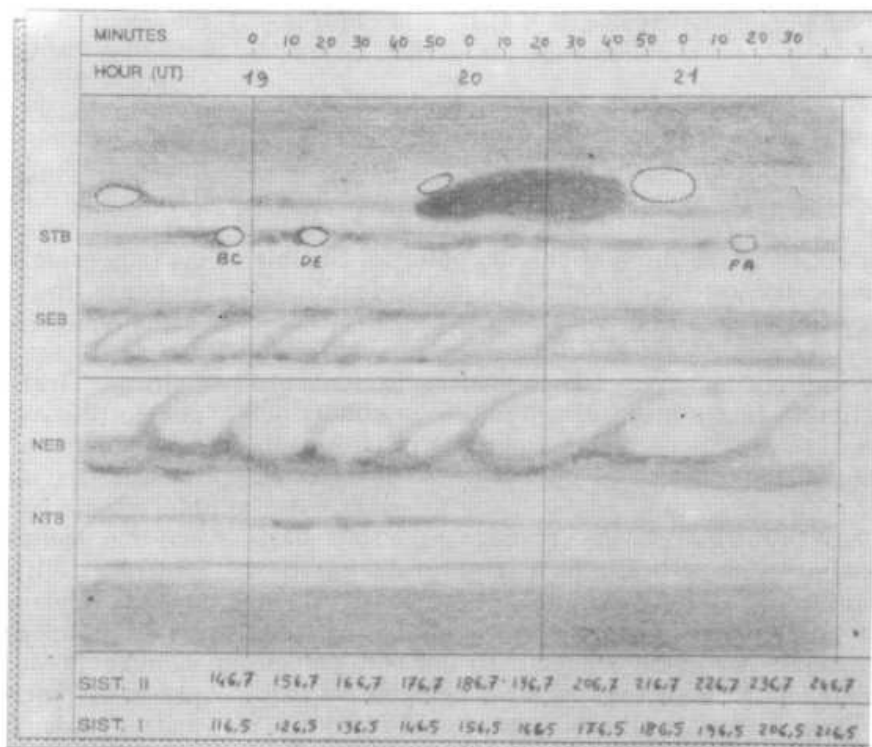


Fig. 3. Autore: M. Cicognani, 22 luglio, 10cm OG: il sito K/W appare molto scuro e lungo, nella regione delle WOS BC, DE, FA.

un'ora dopo l'impatto, mentre la rotazione la portava sul disco visibile del pianeta. Nella settimana successiva è stata osservata quasi tutte le sere, pur non essendo fra le più scure. Il 21 luglio Cartisano vi ha rilevato sul lato precedente una piccola confi-

gurazione allungata (l'onda d'urto di cui si è detto). La macchia si è poi gradualmente dilatata in longitudine mantenendosi ben visibile almeno fino alla fine di agosto.

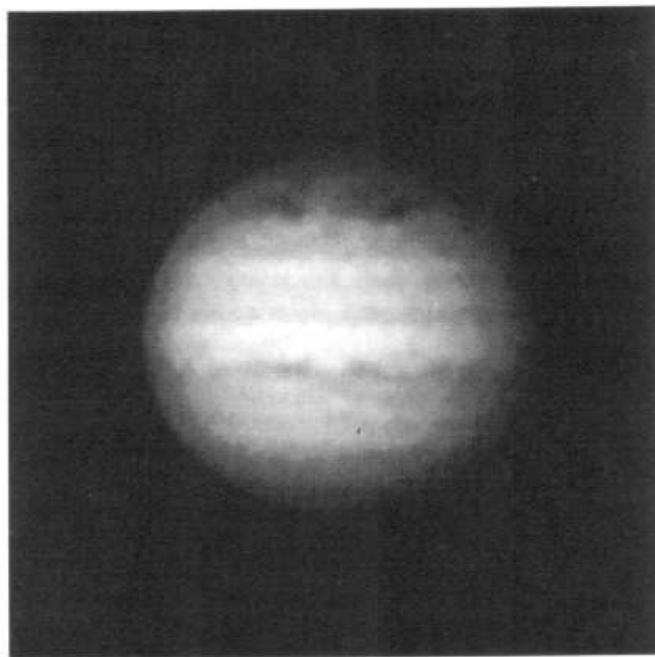


Fig. 4. Autore G. Quarra Sacco, 23 luglio, 20.24 UT, 30 cm SP, camera CCD Teleris: si nota la struttura complessa dei siti d'impatto D/G/S (a sinistra) e Q1 (a destra). In quest'ultimo è evidente la struttura grigia arcuata sul lato precedente-sud, che forse visualizza l'onda d'urto in espansione dalla zona d'impatto. Sul bordo F sta sorgendo il sito H.

E - Generata il 17 luglio è già scurissima il giorno dopo (Frosina) e i successivi. Come nel caso di altre macchie, questa è apparsa ad alcuni osservatori seguita da una regione chiara (Cicognani, Falorni) che però le fotografie non confermano, per cui potrebbe trattarsi di un effetto di contrasto. Durante il mese di agosto si è allungata in longitudine fino a occupare un settore di circa 30° . Pur affievolendosi progressivamente, si è distinta come una delle formazioni più longeve, essendo stata registrata senza difficoltà fino a primi di settembre, in condizioni osservative critiche per la vicinanza di Giove alla congiunzione eliac.

A - La prima osservazione (Cicognani) è stata effettuata solo mezz'ora dopo l'impatto del relativo frammento con Giove, la sera del 16 luglio. Dapprima piuttosto piccola, le sue dimensioni sono aumentate nei giorni seguenti. Di intensità paragonabile alla NEB (Rogers) si è poi rapidamente indebolita e non è stata più osservata dopo il 24 luglio.

C - Generata da uno dei primi impatti (17 luglio), è stata fotografata da Farroni il giorno 19. Il 22 è stata registrata da più osservatori: in una foto di Bruno appare comunque piuttosto debole. Si è scurita nell'ultima settimana di luglio ma non ha avuto vita

lunga, essendo stata osservata l'ultima volta da Rigato il 3 agosto.

K/W - Si è rivelata una delle macchie più spettacolari. Nata il 19 luglio dall'impatto del nucleo K, il 20 era già notevolmente scura e imponente. La sera del 22 le è caduto molto vicino il frammento W: da quel momento è stata registrata come due macchie attigue o come un'unica configurazione allungata di aspetto irregolare. E' apparsa circondata da una penombra asimmetrica e ha mostrato un incurimento sul tratto adiacente la STB. Aveva una lunghezza di 40° , come risulta dalla misura di un'immagine di Farroni del 24 luglio, ed è rimasta netta fino a settembre, con poche variazioni.

L - Anche questa macchia, provocata dal frammento caduto il 19 luglio, è risultata scura e di grandi dimensioni: lunga circa 25° è apparsa nettamente più intensa della NEB. Osservata una prima volta la sera del 20 luglio, ha forse toccato la sua massima intensità due giorni dopo quando è risultata paragonabile all'ombra di un satellite (Adamoli). Possedeva una definita struttura interna, con una penombra quasi a ventaglio. Di lunga durata, ha dato a volte l'impressione di possedere più nuclei distinti. Nonostante il naturale affievolimento dovuto alla progressiva espansione in longitudine, è rimasta visibile fino alla fine delle osservazioni.

D/G/S - E' stata forse la configurazione più spettacolare, essendo stata generata dalla caduta di tre fra i maggiori frammenti della cometa nei giorni 17, 18 e 21 luglio, a soli 7° di distanza uno dall'altro. Il 18, prima dell'arrivo del terzo frammento, essa appariva già imponente e di intensità superiore alla NEB (è la macchia che appare sulle foto di copertina di *Astronomia UAI* di luglio-agosto 1994, allora erroneamente attribuita all'impatto A). Cartisano, Falorni, Tirelli e altri vi hanno riconosciuto un nucleo pressoché nero, circondato dalla consueta penombra asimmetrica, meno marcata, ma stimata di intensità nettamente superiore alla NEB. Cartisano e Maramonte hanno registrato sul bordo precedente-sud uno scurimento corrispondente al fronte d'urto generato dagli impatti. La macchia si è progressivamente evoluta in un complesso molto lungo e irregolare, con un persistente nucleo scuro posizionato vicino al bordo seguente. Tale bordo è apparso sempre abbastanza netto, mentre quello precedente è andato perdendo definizione durante il mese di agosto. Immagini visuali e fotografiche dimostrano che, ancora a settembre, la macchia appariva marcata come o più della NEB.

R - E' una delle macchie più piccole, formata il 21 luglio, quando è stata osservata da Cartisano, a

pochi gradi di distanza dalla configurazione D/G/S, ad essa apparentemente legata da un esile filamento scuro. L'esistenza di questo collegamento è stata confermata da Frosina il giorno 23. Nonostante le sue ridotte dimensioni, il sito-R era scurissimo; si è però rapidamente dissipato, o forse è stato inglobato dall'espansione del gruppo D/G/S.

Q1 - Formatesi il 20 luglio, sia Q1 che Q2 sono stati accompagnati da flash di impatto osservabili, ma solo la caduta del primo frammento ha dato luogo a una macchia scura, di media importanza. Stimata anch'essa più scura della NEB nei primi giorni, non è stata osservata assiduamente, ma la sua evoluzione è comunque ricostruibile fino alla metà di agosto.

Le macchie di cui si è parlato sono la controparte ottica di emissioni anche molto intense che hanno interessato tutto lo spettro elettromagnetico, dall'ultravioletto al dominio radio (Rogers 1994a, 1994b). La loro sede era l'alta atmosfera di Giove, praticamente la stratosfera, dove raramente si osservano nubi. Tale quota elevata è confermata dal fatto che le macchie rimanevano ben visibili anche a grande distanza dal Meridiano Centrale, cioè non soffrivano — come gli altri dettagli del pianeta — dell'attenuazione al bordo. Anzi, qualche osservatore le ha vista più nette in vicinanza del lembo, quasi che si creasse un effetto di ombreggiatura reciproca fra le particelle componenti. Misure spettroscopiche attualmente in fase di elaborazione potranno forse chiarire se il loro materiale era di origine cometaria (sono state osservate le righe di magnesio, ferro e silicio osservate anche su Helley, oltre a ossido di carbonio e solfuro di carbonio di origine certamente cometaria), oppure proveniva dagli strati interni del pianeta (sono stati identificati ammoniaca, zolfo, idrogeno triatomico e metano certamente gioviani),

eiettati in seguito all'esplosione dei nuclei cometari penetrati in profondità (quanto meno quelli più compatti, del primo tipo). In questo caso si aprirebbe la via a un'analisi chimica di Giove finora altrimenti impossibile. Infatti, molti composti sono ritenuti essere presenti nelle nubi gioviane solo sulla scorta di scarsi indizi o di considerazioni puramente teoriche.

La storia non finisce con la progressiva dissipazione delle ceneri dei frammenti cometari. In settembre molte macchie individuali erano scomparse, altre attenuate e diffuse, ma il loro materiale ha contribuito a scurire l'intera regione, segnatamente la SSTB e la SSSTB, separate da una sottile SSTZ anch'essa ingombra di polveri. A molte longitudini, Giove sembra quasi aver acquistato una nuova fascia, confrontabile con la NEB e più appariscente di tutte le altre (Rogers 1994c). Si avrà una ulteriore espansione delle polveri sopra altre regioni del pianeta? Giove, dopo la congiunzione eliaca (17 novembre), riapparirà rapidamente nel cielo dell'alba attorno a Capodanno. Sarà importante acquisire qualche osservazione in quel frangente, anche se le condizioni potranno non essere ottimali: saranno comunque preziose alcune semplici misure di intensità e di latitudine, o anche soltanto una stima comparata della visibilità della nuova fascia in confronto alla NEB e alla SEB, ed eventualmente alla vicina STB e alle zone polari.

Bibliografia

- Adamoli, Gianluigi, 1994, *Astronomia UAI*, 2/94, 38
- Favero, Giancarlo, 1993, *Astronomia UAI*, 5/93, 19
- Farroni, Gino, 1994, *Astronomia UAI*, 4/94, 46
- Rogers, John, 1994a, *BAA Circulars* 739
- Rogers, John, 1994b, *BAA Circulars* 740
- Rogers, John, 1994c, *BAA Circulars* 741