

IDENTIFICAZIONI DI RADIOSORGENTI B2 CON  
QUASARS BRILLANTI

L.Formiggini, L.Padrielli

IRA 1/72

1

Rapporto interno n.1 - Laboratorio di Radioastronomia C.N.R.

Istituto di Fisica-Bologna

Settembre 1972



## Introduzione

L'identificazione di un campione completo di radiosorgenti B2 ( $F > 0.2$  F.U.) con quasar ci ha dimostrato che esiste un limite inferiore al rapporto fra la luminosità radio ed ottica di  $\sim 10^{2.3}$ . Se questo vale in generale, significa che, osservando con sensibilità radio sufficientemente alta, si dovrebbe poter scoprire circa un terzo della quasar quiete (selezionate solo con criteri ottici). La survey fatta al radiotelescopio di Westerbork di un campione completo di quasar radioquiete ha però dato un numero di coincidenze inferiore a quello aspettato.

Avendo ottenuto alcune notti al telescopio 193 cm. dell'Observatoire de Haute Provence si è presentata la possibilità di selezionare mediante fotometrica fotoelettrica multicolore le quasar brillanti, quindi con basso rapporto radio ottico, da un campione di candidati ottenuti con le identificazioni del catalogo B2, e perciò di aumentare la statistica di quegli oggetti per cui si ha la discrepanza.

### Selezione dei candidati

Per rendere veloce l'identificazioni di radiosorgenti con oggetti blu brillanti si è proceduto mediante plotter alla costruzione di overlay trasparenti delle dimensioni di 1/2 print sui quali insieme alle stelle di riferimento sono state riportate le posizioni di tutte le radiosorgenti della stessa area.

Per osservare l'area di errore attorno ad ogni sorgente, ci si è serviti di un oculare con incorporata una scala di magnitudini in modo da operare subito un primo taglio grossolano degli oggetti blu più deboli. L'oculare aveva inciso due rettangoli di errore che hanno permesso di osservare per le radiosorgenti con  $F > 0.35$  <sup>f.u.</sup> un'area di 2 mm in  $\delta$  per 1 mm in  $\alpha$  e per quelle con flusso  $0.35 \div 0.25$  un'area di 3 mm in  $\delta$  e 1 mm in  $\alpha$ .

Nella tabella 1 figurano gli errori in  $\alpha$  e in  $\delta$  differenziati in flusso e il rapporto fra l'area osservata per ogni flusso e l'area d'errore ad esso associata.

Risulta chiaro che la velocità di osservazione è andata a scapito della completezza del campione di O.B. raccolti.

Di tutti i candidati così segnalati sono state fatte le foto dei print della Palomar Sky Survey in rosso e blu. Sulle foto sono stati selezionati gli oggetti blu con magnitudini  $< 17.4$ . Si ritiene blu un oggetto che presenta immagini almeno uguali nel rosso e nel blu della P.S.S.

La lista comprende 162 O.B. con  $\alpha$  tra  $9^{\text{h}}00$  e  $16^{\text{h}}46^{\text{m}}$  corrispondente a  $102^\circ$  e  $\delta$  tra  $24^\circ 02'$  e  $29^\circ 30'$  corrispondente a  $5^\circ.47'$ . Sottraendo le zone di cui sono disponibili le lastre in 3 colori

prese al 48" Palomar da Braccesi, l'area totale osservata ricopre 0.117 ster. Le magnitudini sono state stimate mediante una sequenza di stelle con diverse dimensioni, tarata con calibratori della Selected Area 57 di cui sono note le magnitudini fotoelettriche misurate da Baum e Purgatofer, (comunicazione privata). Sono state usate come calibratori <sup>anche</sup> alcune stelle di S.A. 57 di cui erano disponibili misure di fotometria fotografica (Becker, comunicazione privata). Si è assunto  $m_B = m_{pg}$  ed  $m_R = m_V - 0.6 \times (B-V) + 0.066$ . Questa stima risente di due tipi di errori: uno casuale con  $\sigma \sim 0.5$  mag. e uno sistematico dovuto ad una possibile non corretta taratura della scaletta.

#### Misura della posizione ottica dei candidati

In un secondo tempo è stata misurata la posizione ottica di ogni oggetto della lista.

Le misure ottenute con un misuratore di coordinate digitalizzato ( $10^{-2}$  mm. di precisione) hanno in media un  $\sigma$  di 0.6" ed hanno permesso di ripulire il campione di tutti gli oggetti che avevano una distanza in  $\alpha$  o in  $\delta$  dalla radiosorgente  $>$  di 26. La lista si è così ridotta a 88 candidati sui 162 iniziali.

Abbiamo esaminato le distribuzioni per categoria di flusso delle distanze (in unita di  $\sigma$ ) degli oggetti dalla posizione radio. E' risultato che i punti cadono quasi tutti entro l'area osservata per ogni categoria di flusso e vi sono distribuiti uniformemente confermando che il criterio usato (errore di posizionamento dell'overlay) non può portare gravi perdite. Le perdite sono state valutate  $<$  5%.

#### Osservazioni fotoelettriche

Nella lista di oggetti da misurare in OHP oltre a quelli selezionati col criterio descritto nel capitolo precedente sono sta

ti inseriti anche 8 O.B. nell'area delle lastre e 12 id. con O.B. brillanti del catalogo B2.1, 6 dei quali già definiti U.V. perchè nell'area delle lastre (totale 182). Di tutti questi oggetti è stato calcolato  $R = 2.5 \log \int_{408} + m_b$  con la  $m_b$  stimata sulle foto nel modo già descritto. Nella fig. 1 è riportata la distribuzione  $m_b - R$  per tutti gli oggetti. Si può vedere che le categorie con  $R < 16$  non subiscono alcun effetto di selezione dovuto al taglio ottico di  $m_b = 17.4$  e sono inoltre queste categorie le più interessanti per il nostro tipo di ricerca.

Nelle 3 notti fotometriche (delle 6 assegnateci) sono stati osservati in totale 61 candidati nei 3 colori UBV. Per ogni notte sono stati determinati i coefficienti di estinzione coi metodi usuali (Hardie - Star Stellar System); il sistema fotometrico è stato calibrato con misure di alcune stelle note di un ammasso e per il punto di zero delle magnitudini e dei colori sono stati usati alcuni calibratori di S.A. 57.

A posteriori si è visto che, pur avendo misurato i calibratori di S.A. 57 una sola notte, non sono presenti errori sistematici nella calibrazione del sistema fotometrico.

Dal diagramma  $(U - B) (B - V)$ , fig. 2, si può vedere che tutti gli oggetti misurati sono stelle tranne le 3 quasar già note e 2 nuove quasar.

	Sigla	U-B	B-V	$m_B$	R
10	28 31	-.75	+.36	17.07	16.34
12	15 30	-.63	+.45	16.07	15.88
12	25 31	-.68	+.28	16.15	14.81
10	29 25A	-.30	+.75	17.36	16.05
14	25 26	-.91	+.09	16.05	15.74

L'oggetto 10 29 25A per i colori <sup>che ha</sup> è più probabilmente una N-galaxy. La fig. 3 mostra il diagramma  $m_b, R$  di tutti gli oggetti entro  $2\sigma$  dalla posizione radio: le magnitudini blu sono ricavate dopo una più corretta taratura della scaletta per gli oggetti non osservati fotoelettricamente.

Nella tabella 2 sono riportati il numero di oggetti per categoria di R e la percentuale di essi osservata fotoelettricamente.

#### Determinazione $\zeta(R)$

L'aver selezionato gli oggetti osservati su 3 categorie di R (tab. 2) e il fatto di aver trovato un quasar ci permette di dare un valore della  $\zeta(R)$  in una categoria di R e due limiti per le altre.

Il primo problema che abbiamo dovuto affrontare è la norma lizzazione dovuta a perdite differenziate in flusso, causate dal metodo di ricerca dei candidati. Le categorie di R del nostro campione, sono tutte affette solo dal taglio radio, questo ci permette di applicare un fattore di correzione uguale per tutti gli R.

Per determinare questo fattore di correzione abbiamo usato un modello costituito da una popolazione di quasars con una  $\log N - \log S$  di pendenza 1.8 (Bergamini et al. 1972 Astron. & Astroph.). Applicando a questa popolazione le perdite differenziate in flusso secondo la tab. 1, abbiamo constatato che il numero totale di radiosorgenti iniziali del modello, veniva ridotto all'84%. Con questa correzione ogni quasar da noi trovata in ogni categoria di R ha il peso 1.19.

Tenendo conto inoltre del fatto che solo una certa percen-

fuale di oggetti (tab. 2) è stata osservata per ogni categoria di R, dobbiamo applicare un'altra correzione differenziata in R.

La tab. 3 riporta i valori così corretti insieme ai valori della  $\zeta(R)$  calcolata secondo la formula (Fanti et al. Astron. Astroph. 1972 in press)

$$\zeta(R) = \frac{d}{dr} \left( \frac{N(m,R)}{N_{\text{QSO}}(m)} \right)$$

ove il  $N_{\text{QSO}}(m)$  è il numero di QSO più brillanti di m, ed  $N(m,R)$  è il numero di Q.S.S più brillanti di m con un certo rapporto radio/ottico R.

I due punti così determinati sono stati riportati con un asterisco nella fig. 4 assieme ai valori di  $\zeta(R)$  precedentemente determinata. Come si vede l'accordo è più che soddisfacente. Tuttavia la determinazione di limiti superiori non riesce a discriminare fra le  $\zeta(R)$  di quasar ottenute con cataloghi radio molto profondi (Westerbork) di quelle più ripide ottenute con 3C-4C, sono quindi necessarie ulteriori osservazioni fotoelettriche di candidati quasar, per determinare con precisione i punti della curva  $\zeta(R)$  con R basso.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bergamini, R., Braccesi, A., Colla, G., Fanti, C., Fanti, R., Ficarra, A., Formiggini, L., Gandolfi, E., Gioia, I., Lari, C., Marano, B., Padrielli, L., Tomasi, P., and Vigotti, M., 1972, Astron. and Astrophys., in press.
- 2) Braccesi, A., Formiggini, L., and Gandolfi, E., 1970, Astron. and Astrophys., 5, 264.
- 3) Colla, G., Fanti, C., Fanti, R., Ficarra, A., Formiggini, L., Gandolfi, E., Grueff, G., Lari, C., Padrielli, L., Roffi, G., Tomasi, P., and Vigotti, M., 1970, Astron. and Astrophys. Suppl., 1, 281.
- 4) Colla, G., Fanti, C., Fanti, R., Ficarra, A., Formiggini, L., Gandolfi, E., Lari, C., Marano, B., Padrielli, L., and Tomasi, P., 1972, Astron. and Astrophys. Suppl., 7, 1.
- 5) Fanti, R., Formiggini, L., Lari, C., Padrielli, L., Katgert-Merkelijn, I.K., and Katgert, P., 1972, Astron. and Astrophys., in press.
- 6) Hardie, R.H., 1962, Photoelectric reductions in Astronomical Techniques, Ed. K. Aa. Strand, University of Chicago Press, Chicago, p. 178.
- 7) Katgert, P., Katgert-Merkelijn, I.K., Le Poole, R.S., Van der Laan, H., 1972, Astron. and Astrophys., in press.

TABELLA 1

Flusso	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	Area indagine $\alpha$	Area Indagine $\delta$	Area Indagine $\alpha/\delta$	$\alpha/\delta$	$\alpha/\delta$	%
$>1$	$\pm 6''$	$\pm 24''$	$\pm 34''$	67"	67"	5.7	2.8	100%
$1 \geq F > 0.7$	7"	35"	34"	67"	67"	4.9	1.9	94%
$0.7 \geq F > 0.4$	11"	50"	34"	67"	67"	3.1	1.34	80%
$0.4 \geq F > 0.35$	13"	60"	34"	67"	67"	2.6	1.1	72%
$0.35 \geq F > 0.30$	13"	60"	34"	100"	100"	2.6	1.65	89%
$0.30 \geq F > 0.25$	15"	70"	34"	100"	100"	2.3	1.40	84%

TABELLA 2

R	N <sub>B.O</sub> tot	N. osservati ξ <sub>o</sub>	%
< 13	10	5	50
13 ÷ 14	9	7	78
14 ÷ 15	24	14	58
15 ÷ 16	28	11	39
16 ÷ 17	20	2	10

TABELLA 3

R	$N_{QSS}$ trovati	$N_{QSS}$ corretti	$N_{corr/ster}$	mag. limite	$N_{QSO}$ (m) /ster	$\chi^2$ (R)
15-16	1.19	3.05	26.1	17.25	84	0.31
14-15	< 1.19	< 2.05	< 17.5	16.25	11.8	< 1.48
13-14	< 1.19	< 1.53	< 13.1	15.25	--	--

Il valore fra 13-14 risulta molto grande e quindi essendo un limite superiore è poco significativo.

### Didascalie delle figure

- Figura 1 - Distribuzione magnitudine  $m_b$  - indice R per tutti gli oggetti selezionati - le croci indicano gli oggetti misurati fotoelettricamente all'Osservatorio de Haute Provence.
- Figura 2 - Diagramma (U-B), (B-V) per tutti gli oggetti misurati fotoelettricamente - Gli oggetti che presentano colori caratteristici delle quasar sono indicati con \*.
- Figura 3 - Distribuzione magnitudine  $m_b$  - indice R per gli oggetti selezionati entro  $2\sigma$  dalla posizione ottica. Le croci indicano gli oggetti misurati fotoelettricamente; per gli altri la  $m_b$  deriva da una più corretta taratura della scaletta di confronto.
- Figura 4 - Funzione  $\Psi(R)$  derivata dalle identificazioni in Bergamini et al. (1972) - Le croci indicano i nuovi valori calcolati con le quasars misurate fotoelettricamente.



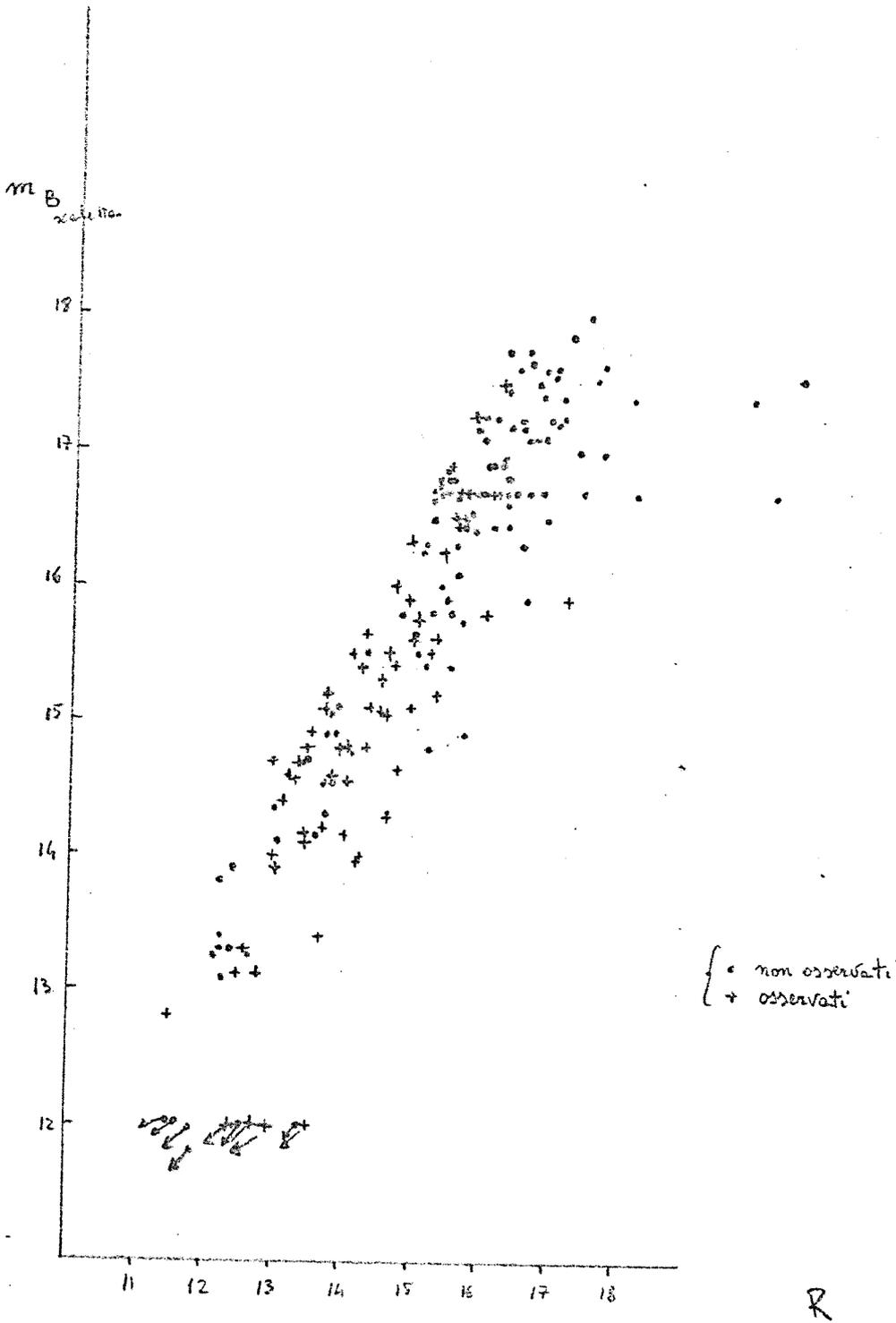
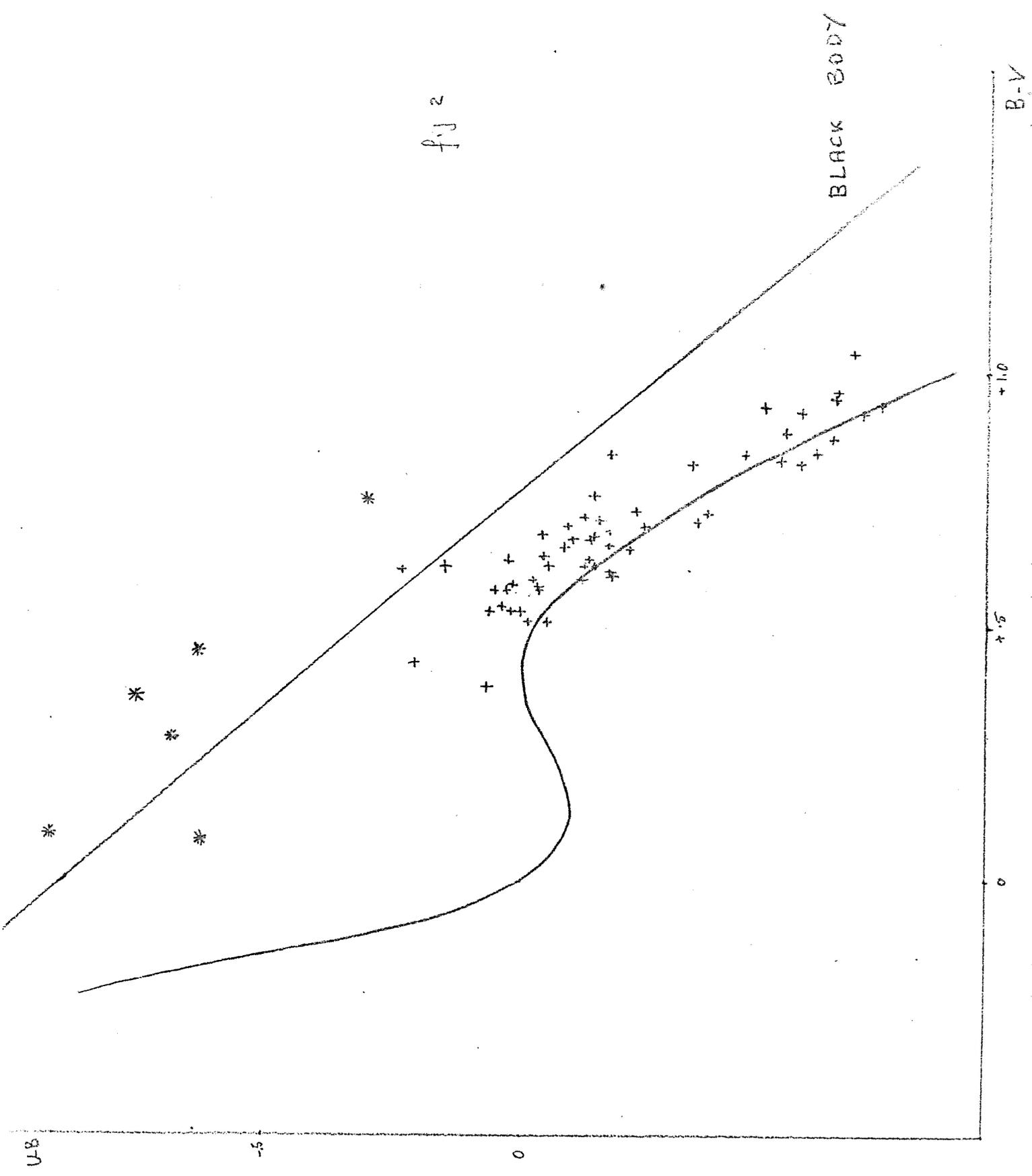


fig 1



} non associat.  
{ +  $m_{FE}$  asociat.

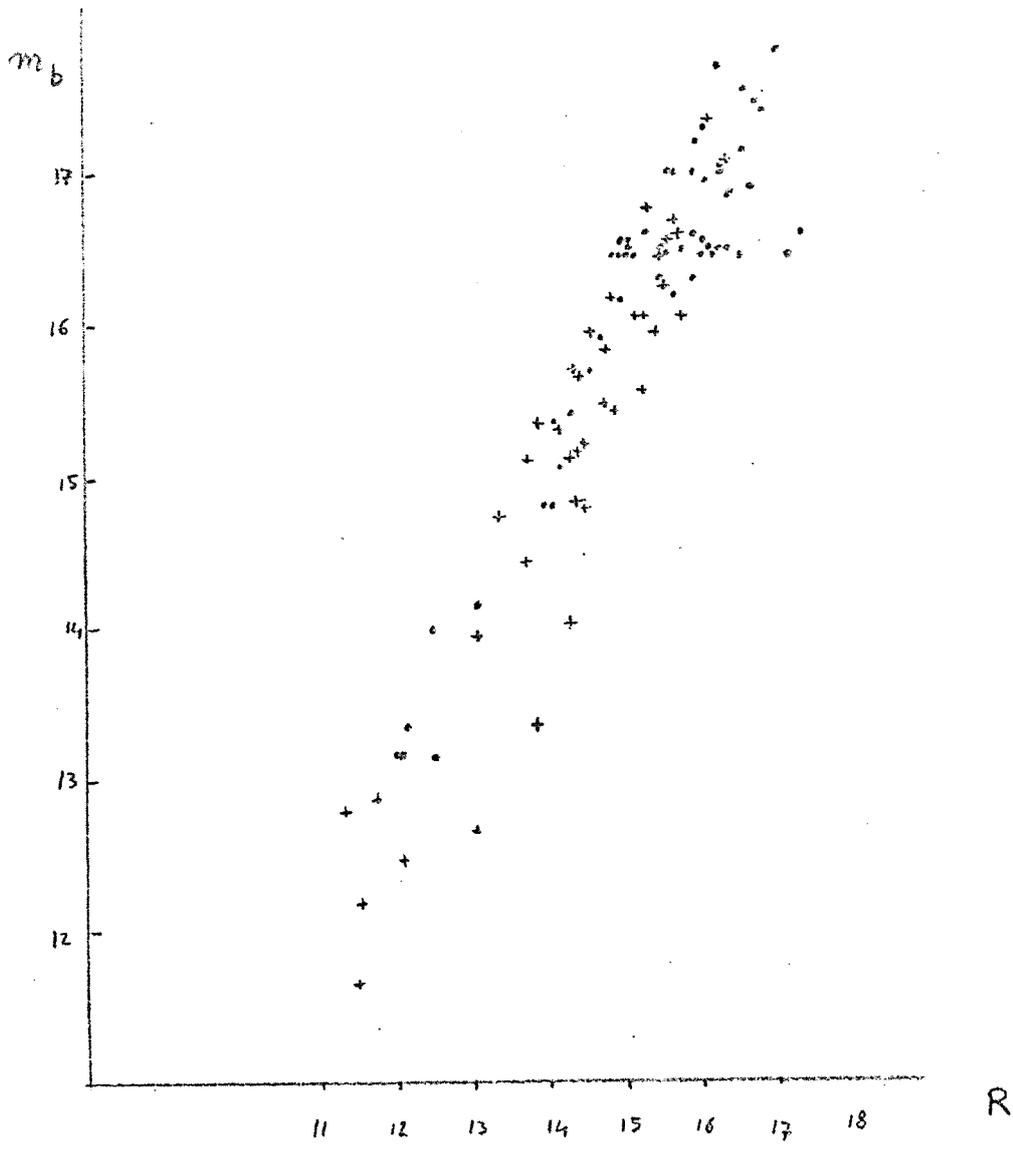


fig 3

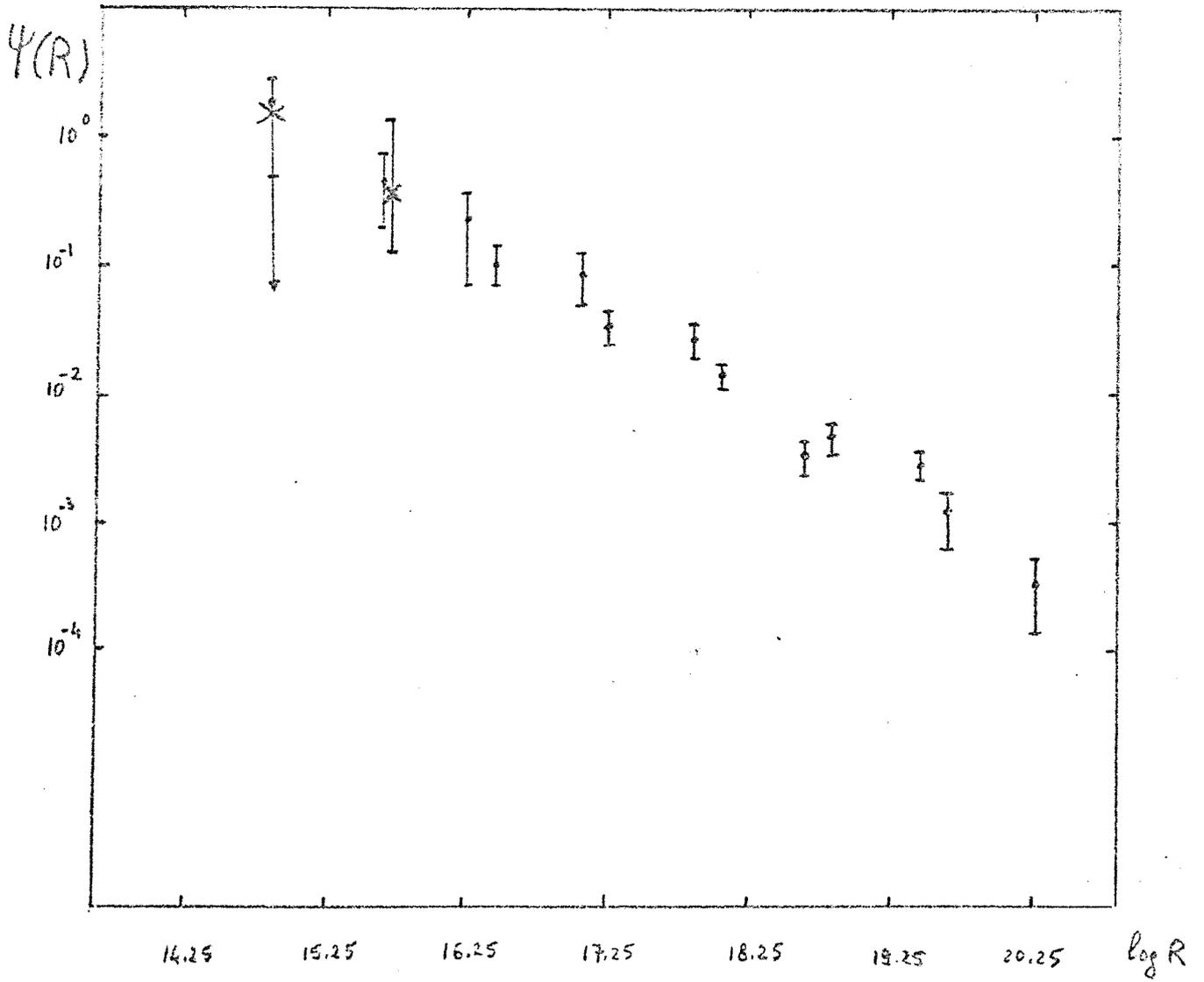


fig 4



