

*INAF*  
*OSSERVATORIO ASTROFISICO DI ARCETRI*

**GRUPPO ASTROFISICA ALTE ENERGIE**

*MOTIVAZIONE GENERALE*

- ♦ Tematiche di grandissima attualità scientifica con forte possibilità di *scoperte*
- ♦ Considerevoli e crescenti investimenti in tutti i paesi leader (Europa, Giappone, USA...)
- ♦ Forte impegno sperimentale nazionale (INFN; alcuni istituti CNR; ASI?)
- ♦ Legami con l'astrofisica tradizionale sempre più evidenti e necessari
- ♦ Forte interesse studentesco

# COMPOSIZIONE GRUPPO 2003



## TEMI DI RICERCA 2003

- Fenomeni di alta energia intorno a oggetti compatti (fotoni+neutrini)
  - Evoluzione di Resti di Supernova
  - Interpretazione dei lampi gamma e relazione con Supernovae
  - Processi di accelerazione ad alta energia
  - Propagazione di raggi cosmici di altissima energia
  - Fenomeni non termici associati a formazione di strutture su larga scala
  - Materia oscura
- 
- Totale articoli 2003: 27 (accepted) + 24 (submitted)
  - Totale invited talks: 11
  - Numerosi contributi a convegni e seminari fuori sede

### Riconoscimenti importanti:

\***Pasquale Blasi**: Premio "Shakti P. Duggal" della IUPAP  
"for outstanding research in cosmic ray physics"

\***Marco Salvati**: Chair del gruppo di lavoro Astrofisica  
Particellare dell'IAU ('01-'03)

# COLLOCAZIONE STRATEGICA DI ARCETRI

Influenza positiva di:

- Esistenza di un ottimo gruppo teorico di astrofisica dei plasmi classici (presso Dipartimento Astronomia)
- Esistenza di un'attività sperimentale e teorica su raggi cosmici e astronomia gamma in sedi vicine (Dipartimenti di Fisica e INFN di Firenze, Pisa, Genova, Perugia; SNS)

## PRINCIPALI COLLABORAZIONI IN ATTO

### Internazionali

- University of California-Berkeley
- University of Chicago
- Fermi Lab
- CNRS/IN2P3 (Montpellier)

### Nazionali

- Università di Firenze
- IRA-Bologna
- SNS

## OBIETTIVI STRATEGICI

Costituire un nucleo di **ricercatori INAF** impegnato nello studio di fenomeni di **astrofisica di alta energia** in grado di **interagire efficacemente con altri gruppi** nazionali (specialmente INFN) e internazionali con l'intento di costruire una forte **motivazione scientifica per** imprese sperimentali quali **GLAST, EUSO, AUGER, telescopi Cerenkov e per neutrini**.

E' facile prevedere che la **prossima decade** vedrà il proliferare di **risultati sperimentali** (in parte prevedibili, in parte, possibilmente, sorprendenti) di **grande impatto per** la nostra **conoscenza dell'Universo alle alte energie**.

In tale prospettiva è **fondamentale** creare le condizioni perché si sia in grado di affrontare il considerevole **sforzo interpretativo**, intrinsecamente **interdisciplinare**, connesso alle **NUOVE SCOPERTE**.

# RESTI DI SUPERNOVA PLERIONICI

Laboratori ideali per l'astrofisica delle alte energie

Vento ultrarelativistico

$$\Gamma \sim 10^4 - 10^7$$

Particelle accelerate fino a

$$E \sim 10^{16} \text{ eV}$$

Radiazione fino a  $h\nu \sim 100 \text{ TeV}$

Processi fisici alla base anche della fenomenologia di sorgenti X compatte, AGN, GRB, possono qui essere studiati in miglior dettaglio

**Attività teorica del gruppo:**

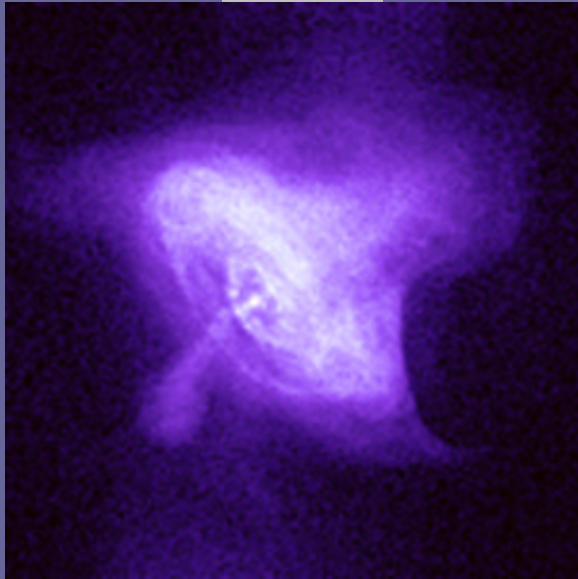
Accelerazione di particelle in shock relativistici trasversi  
(in coll. con UCB)

Dinamica e instabilità dei plasmi relativistici magnetizzati  
(in coll. con Dip. Astro. Firenze)

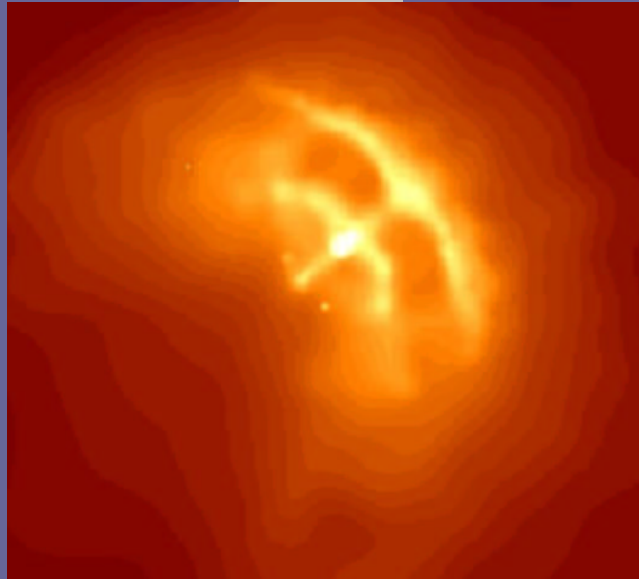


# PRESENZA UNIVERSALE DI JETS E ANELLI???

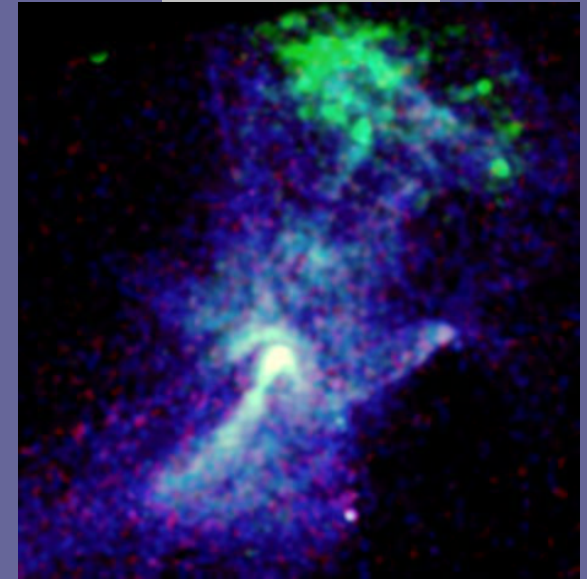
Crab



Vela



Circinus



**Anelli** nel piano dell'**equatore** rotazionale del pulsar  
**Jets** con  $v \sim 0.5-0.7 c$  lungo l'**asse polare**

## Jets particolarmente intriganti

Si originano a una distanza dalla pulsar minore di quella dello shock equatoriale

Difficile collimare flusso relativistico

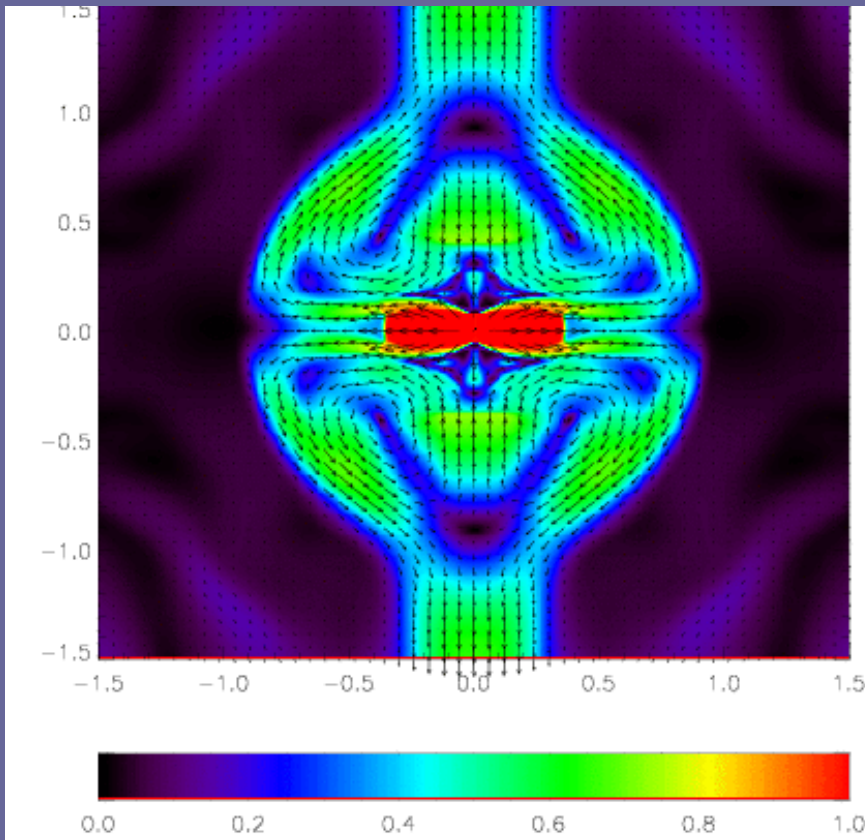
## Possibile spiegazione

Dipendenza latitudinale del flusso d'energia del vento garantisce shock fortemente non sferico

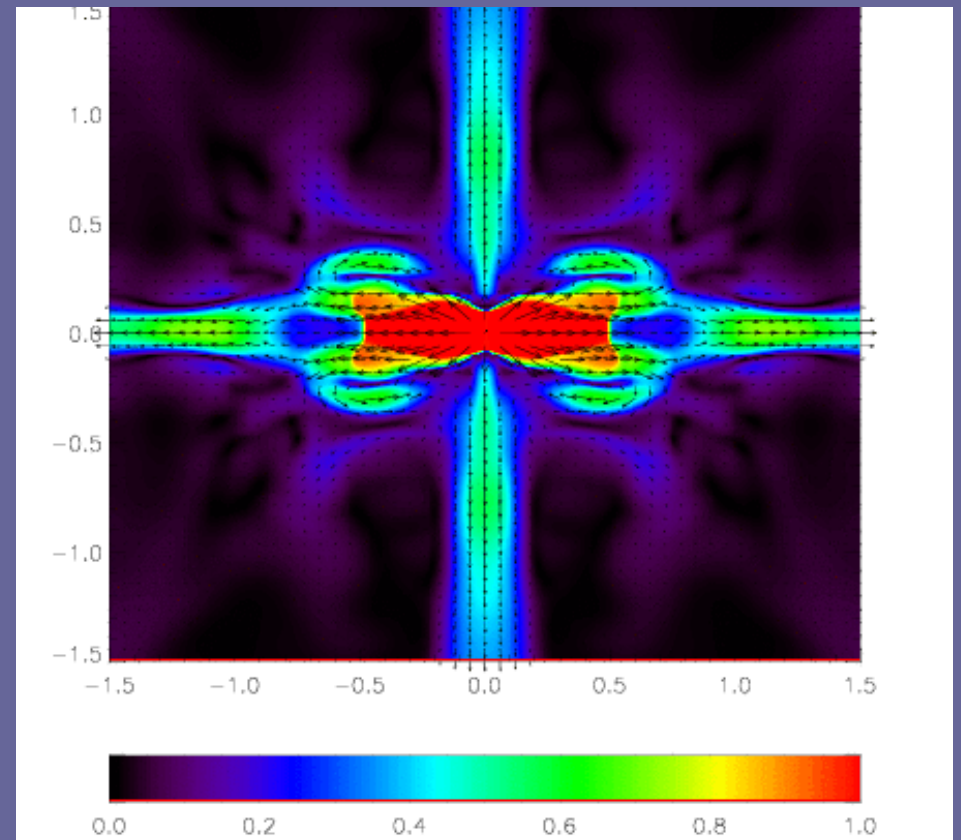
Collimazione magnetica post-shock

# INFORMAZIONI SULLE PROPRIETA' DELLA MAGNETOSFERA???

$B_{eq} \neq 0$



$B_{eq} = 0$



Velocità del jet

Lower limit su magnetizzazione del vento

Confronto mappe di  
sincrotrone simulate  
e dati X

Deduzione dimensione  
angolare del settore  
equatoriale in cui  $B=0$

Informazioni su  
obliquità rotatore e  
dissipazione

# Iniezione di Elettroni e Relazione $\sigma$ -D in Resti di Supernova

Rino Bandiera, Oleh Petruk

## Accelerazione diffusiva in gusci di RSN.

Generazione di una coda non termica.

## Come determinare l'efficienza dell'iniezione?

Un compito teorico molto complesso.

Come usare efficacemente l'emissione radio di sincrotrone, che è misurata in RSN specifici?

L'enigma della relazione (empirica)  $\sigma$ -D  $\Rightarrow$   
( $\sigma$  : brillantezza superficiale radio ; D: diametro)

- **Interpretazioni** (e.g. Shklovsky 1960) **in termini dell'evoluzione di un RSN medio non funzionano.**
- **E' dominata da effetti di selezione?** (Green 1984)
- **E' la combinazione di due relazioni strette tra  $\sigma$ , D ed il mezzo ambiente?** (Berkhuijsen 1986)

**Assunzioni:** espansione adiabatica del RSN; nessuna amplificazione di B da turbolenza.

**Analisi:** stima della brillantezza superficiale media, avendo parametrizzato l'efficienza dell'iniezione; trattamento analitico dell'iniezione, usando un approccio a particella test; analisi statistica della distribuzione di RSN nel piano dei parametri  $\sigma$ -D.

**Resultati:** stime dell'efficienza dell'iniezione e della temperatura elettronica post-shock, per RSN individuali; la relazione  $\sigma$ -D **non** riproduce l'evoluzione di un RSN medio, ma si ottiene come **convoluzione** dei tracciati evolutivi per RSN che si espandono in ambienti diversi.

