

Shock front in Abell 754

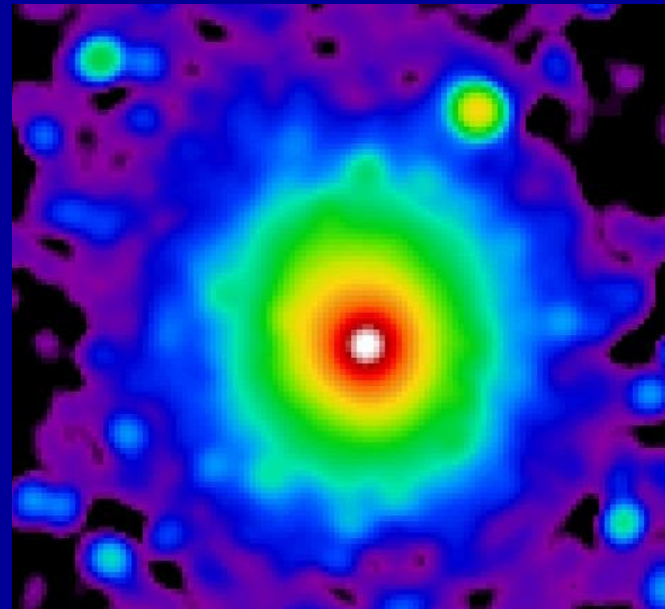
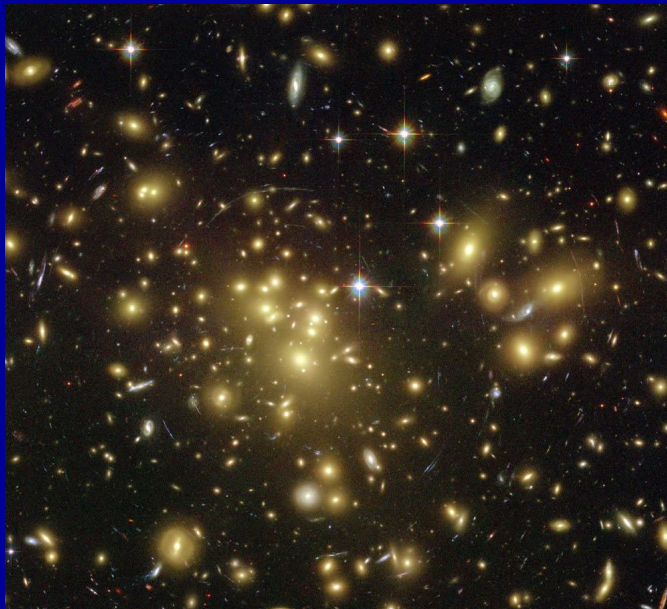
Alberto Leccardi

Astrosiesta - 17 gennaio 2008

AMMASSI DI GALASSIE

Strutture organizzate più grandi dell'universo per cui la gravità domina sull'espansione iniziale

Sono pervasi dall'ICM: plasma molto caldo e rarefatto, arricchito di elementi pesanti fortemente ionizzati

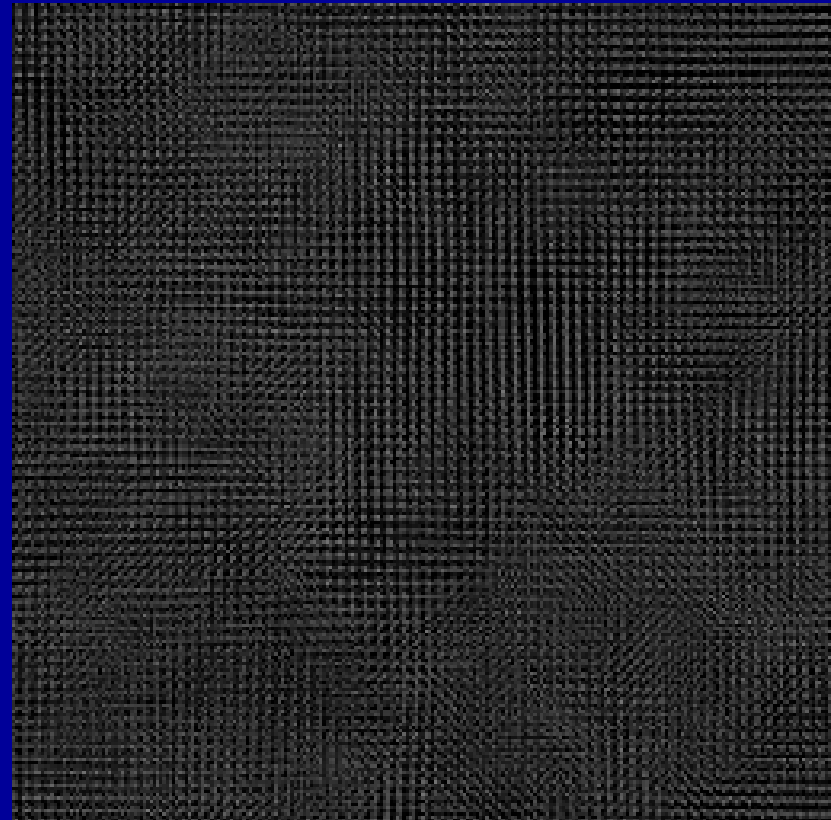


Abell 1689 in ottico (HST) e in X (XMM-Newton)

LA FORMAZIONE DELLE STRUTTURE

Modello gerarchico:
gli ammassi si formano
tramite la **fusione** di
strutture più piccole

$E \sim 10^{65}$ erg:
eventi più energetici
dal Big Bang stesso

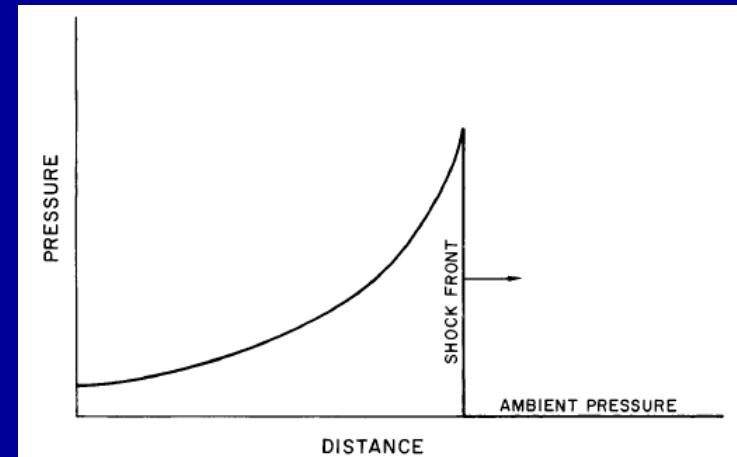
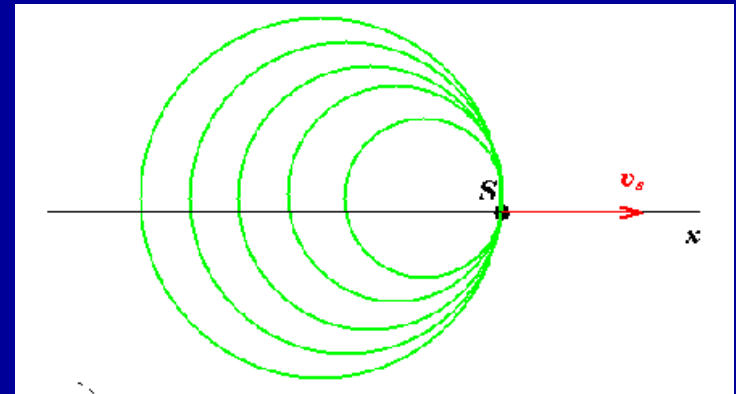


Simulazione cosmologica
materia oscura

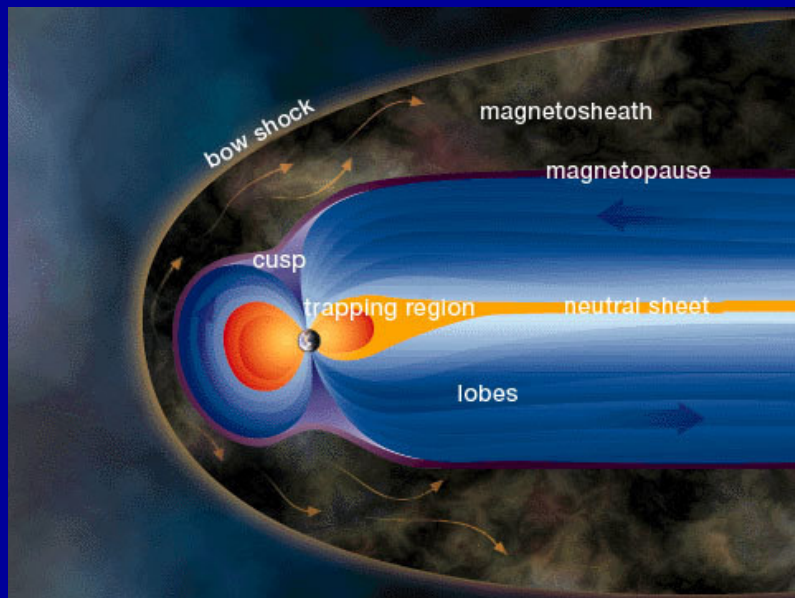
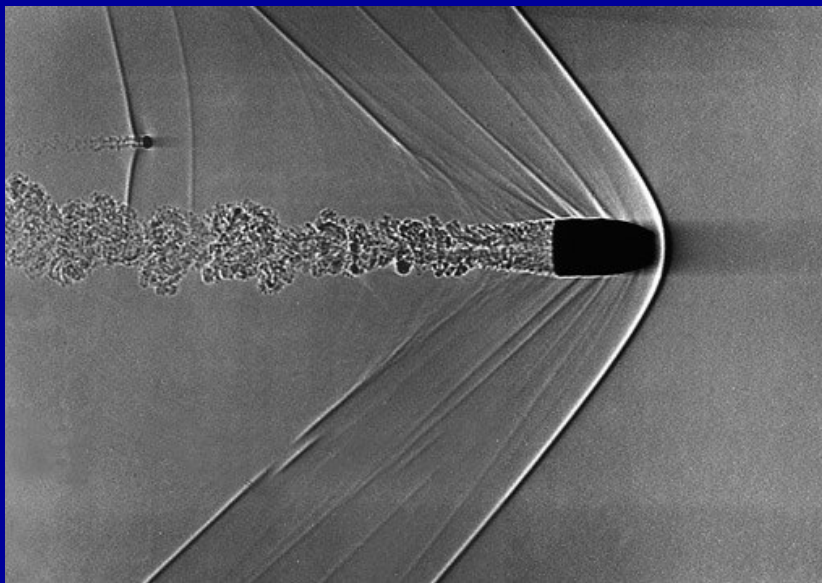
SHOCK WAVES

Quando un oggetto si muove in un fluido ad una velocità maggiore di quella a cui può propagarsi l'informazione sull'oggetto stesso (velocità del suono), le particelle che compongono il fluido non hanno il tempo di reagire o “spostarsi” prima dell'arrivo dell'oggetto.

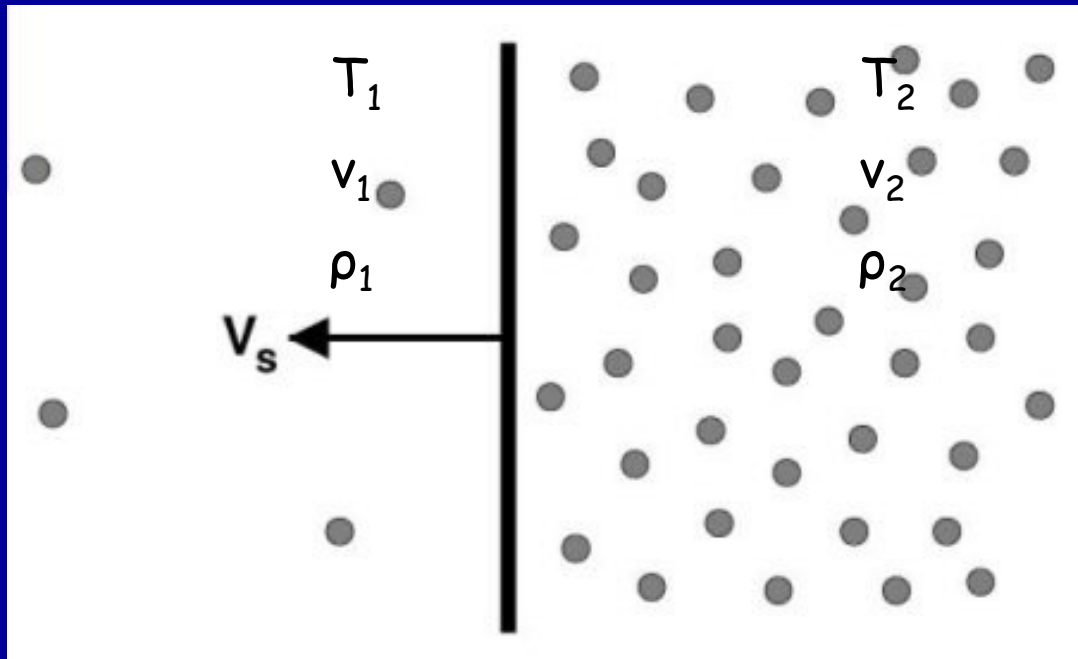
In un'onda di shock le proprietà del fluido (ρ , P , T , v) cambiano in modo quasi istantaneo.



SHOCK WAVES



EQUAZIONI DI RANKINE-HUGONIOT



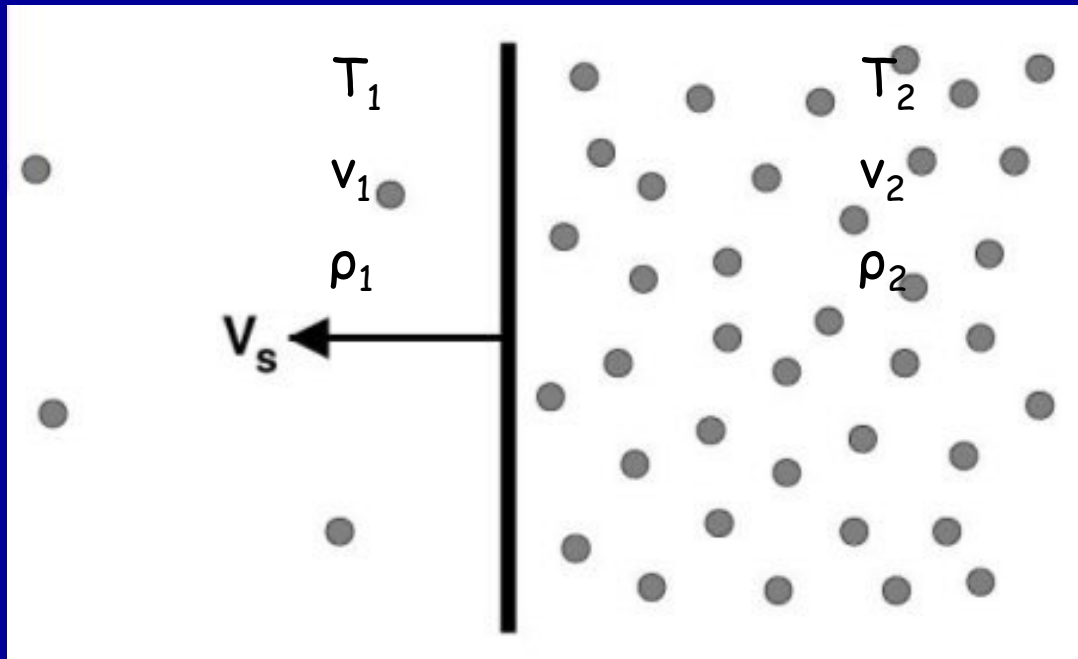
**Effetti dello
shock sul gas:
riscalda,
addensa,
comprime,
rallenta.**

$$\begin{aligned}\rho_1 v_1 &= \rho_2 v_2, \\ P_1 + \rho_1 v_1^2 &= P_2 + \rho_2 v_2^2, \\ h_1 + \frac{1}{2}v_1^2 &= h_2 + \frac{1}{2}v_2^2.\end{aligned}$$

**Numero
di Mach**

$$M = v_s / c_s$$

EQUAZIONI DI RANKINE-HUGONIOT



Effetti dello
shock sul gas:
riscalda,
addensa,
comprime,
rallenta.

$$c_s \approx 1000 \text{ km s}^{-1}$$

$$v_s^2 \approx v_f^2 \approx \text{qualche } v_t^2 \approx c_s^2$$

Ci aspettiamo onde di shock
moderatamente supersoniche

$$M < 3$$

DAL PUNTO DI VISTA OSSERVATIVO

Rilevare e caratterizzare merger shock
è piuttosto **difficile**

- I major merger sono piuttosto rari, gli ammassi si formano prevalentemente catturando piccoli gruppi e galassie
- Temperature $\sim 10\text{-}20$ keV sono difficili da misurare con XMM-Newton e Chandra
- Gli shock sono attesi prevalentemente nelle regioni esterne di bassa brillantezza superficiale

IL CASO FORTUNATO: "THE BULLET CLUSTER"



IL CASO FORTUNATO: "THE BULLET CLUSTER"

Potenziale
dal lensing



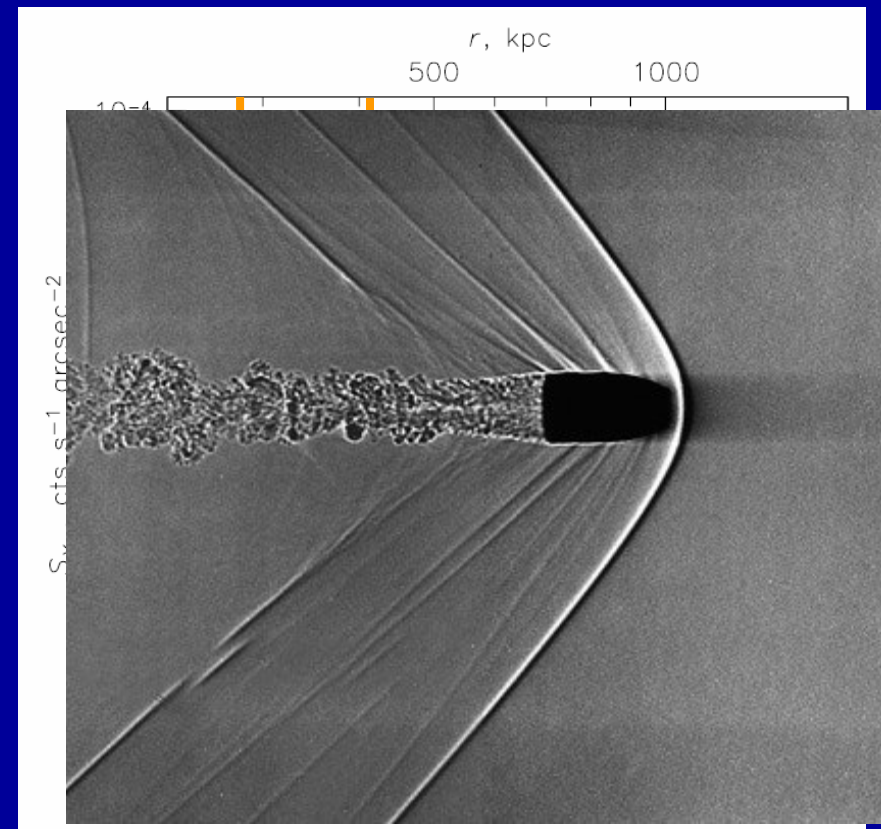
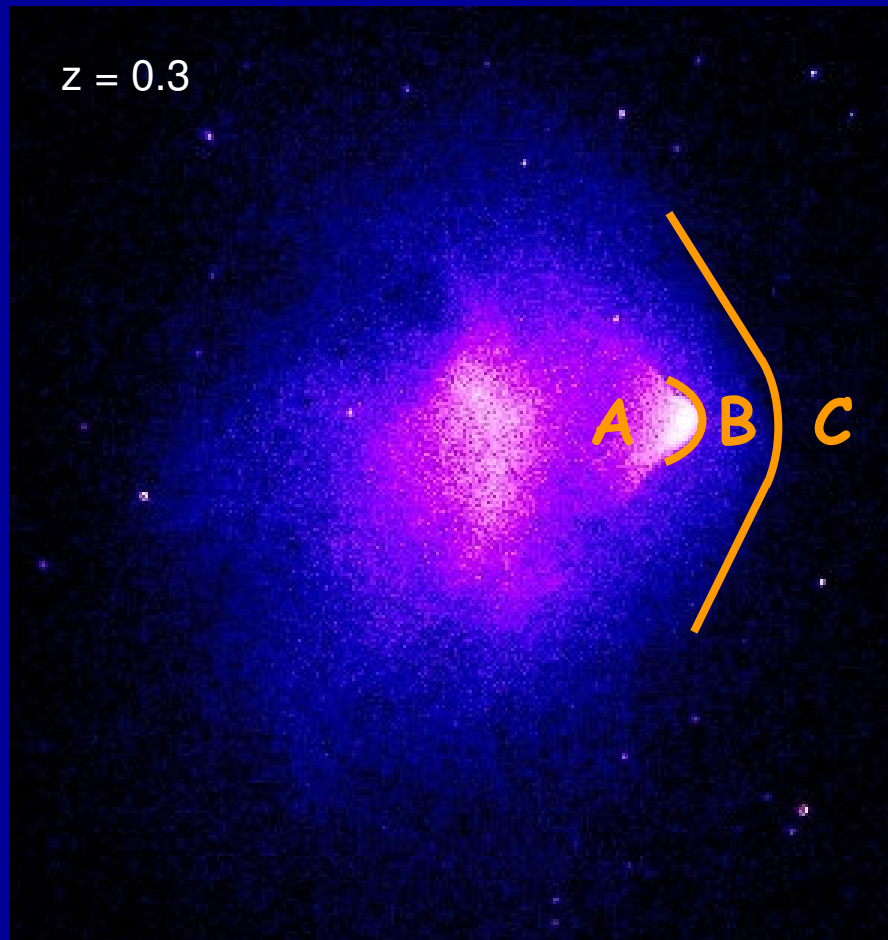
IL CASO FORTUNATO: "THE BULLET CLUSTER"

Gas caldo
dall'X

Potenziale
dal lensing

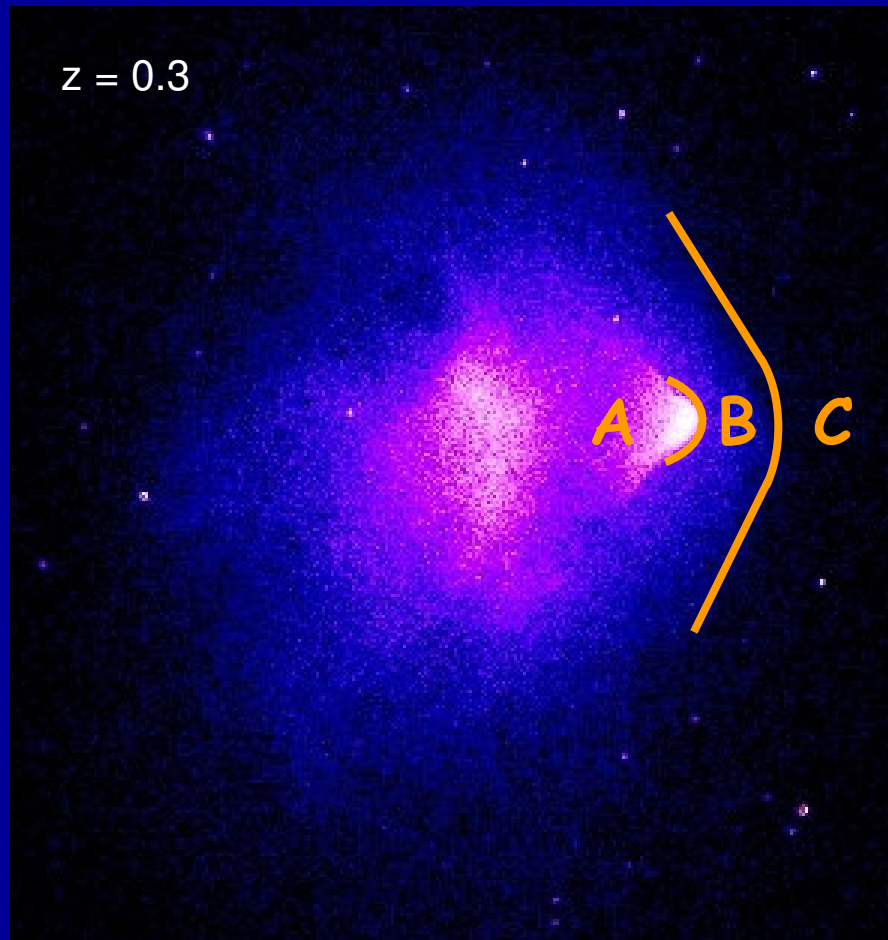


IL CASO FORTUNATO: "THE BULLET CLUSTER"



Markevitch & Vikhlinin, 2007

IL CASO FORTUNATO: "THE BULLET CLUSTER"



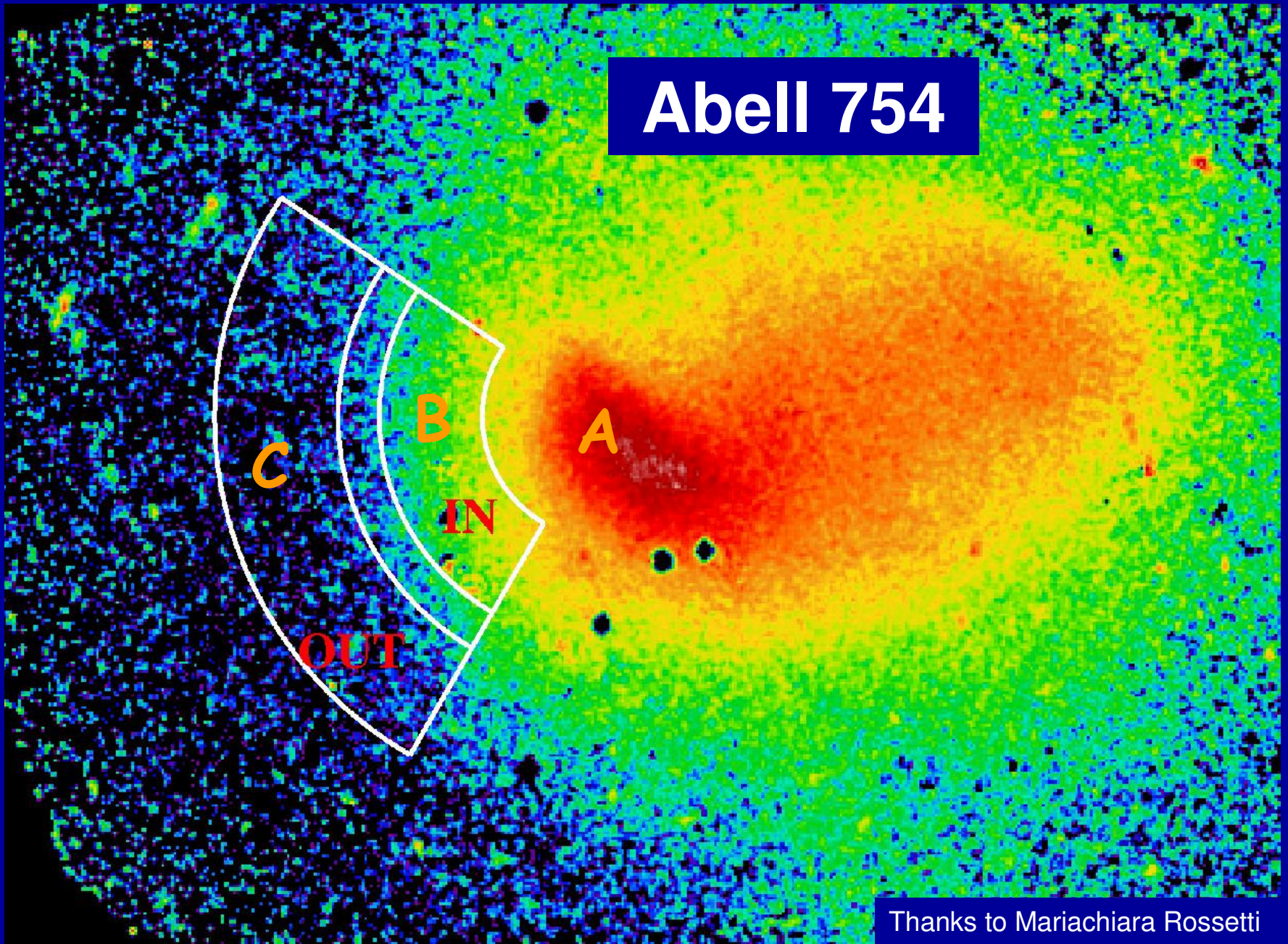
$$M = 3.0 \pm 0.4$$

$$v_C = 4700 \text{ km s}^{-1}$$

$$v_B = 1600 \text{ km s}^{-1}$$

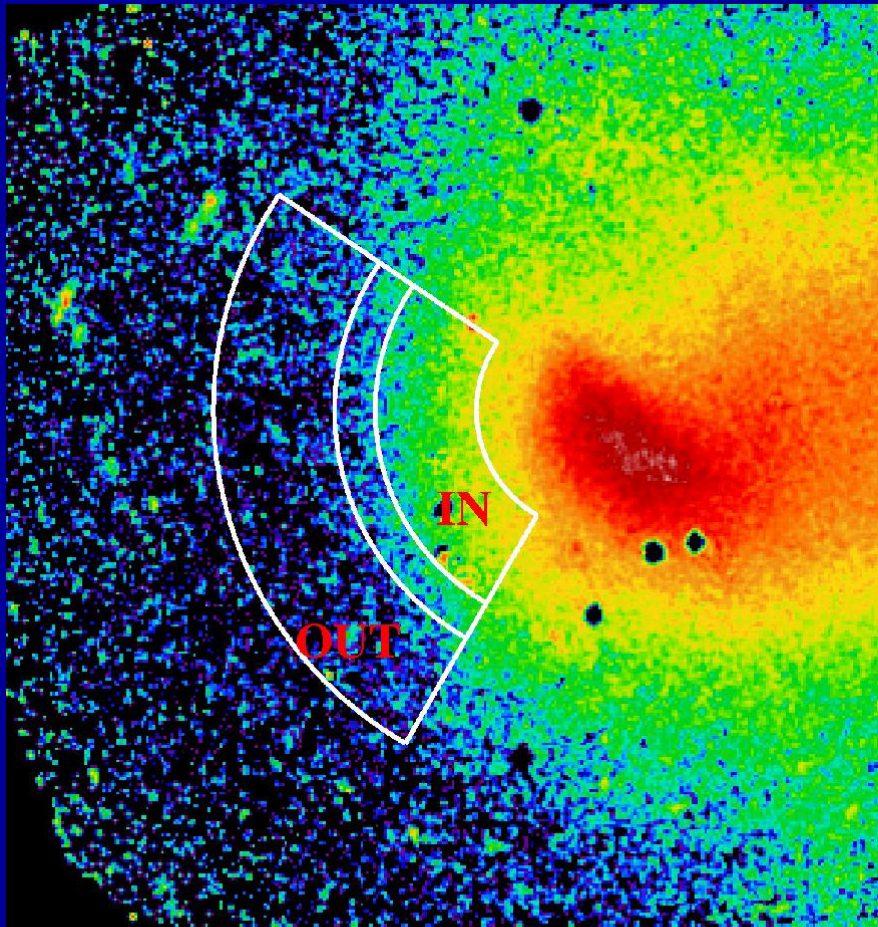
Markevitch & Vikhlinin, 2007

Abell 754



Thanks to Mariachiara Rossetti

UNA DELLE PIÙ LUNGHE OSSERVAZIONI DI UN SINGOLO AMMASSO CON XMM-NEWTON

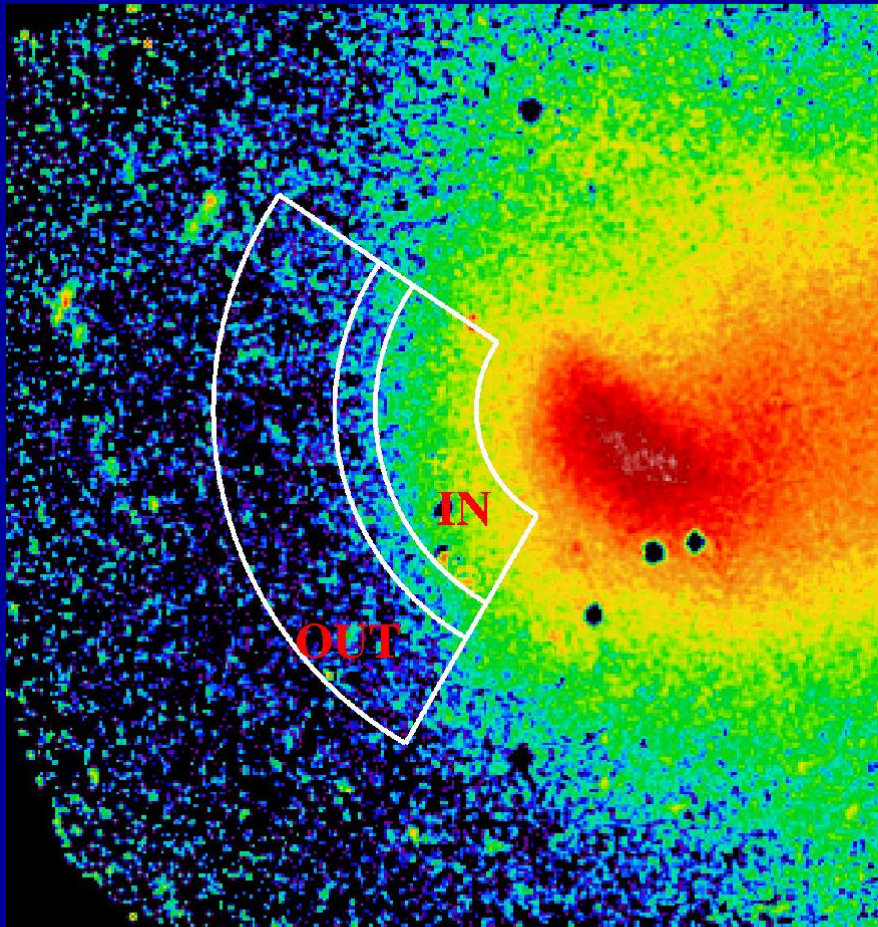


Determinare con precisione la temperatura e la brillantezza superficiale intorno al fronte dello shock.



Risalire alle **proprietà fisiche** dello shock: numero di Mach, velocità del gas prima e dopo il fronte.

UNA DELLE PIÙ LUNGHE OSSERVAZIONI DI UN SINGOLO AMMASSO CON XMM-NEWTON



Caratterizzare l'ICM nelle regioni interne: le variazioni di temperatura osservate su piccola scala permettono di porre limiti sulla conduzione del calore e sulla turbolenza.

Capire meglio la geometria del sistema: direzione di merging.

UNA DELLE PIÙ LUNGHE OSSERVAZIONI DI UN SINGOLO AMMASSO CON XMM-NEWTON

Da un punto di vista più generale...

Fare una misura in una regione
di bassa brillantezza superficiale
con un grado di precisione
mai raggiunto prima con XMM.

Grazie alla lunghezza dell'osservazione,
che assicura una statistica adeguata,
ma anche utilizzando **strategie appropriate**
di osservazione e di analisi dati.

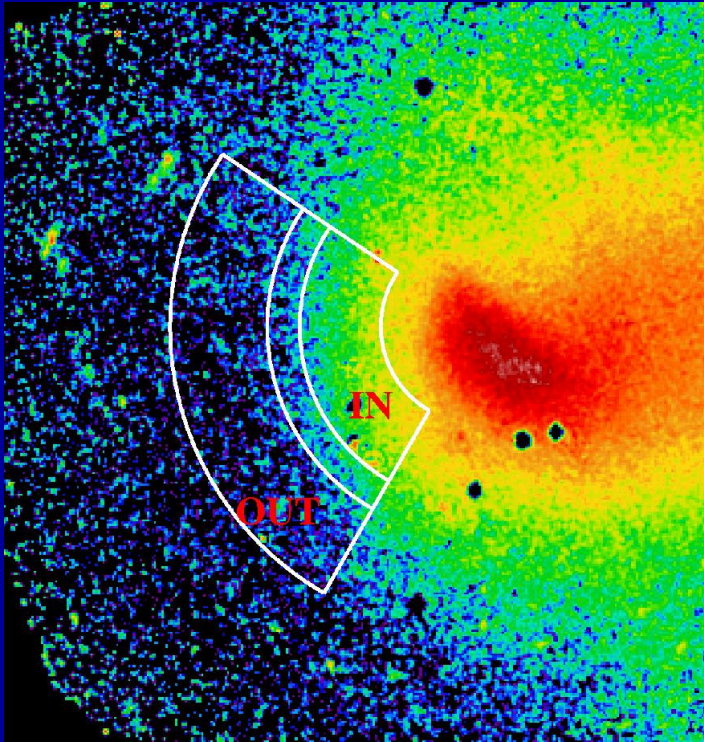
UNA DELLE PIÙ LUNGHE OSSERVAZIONI DI UN SINGOLO AMMASSO CON XMM-NEWTON

In caso di successo dimostreremo
come sia possibile:

- ottenere un **sostanziale miglioramento** nella caratterizzazione delle regioni esterne degli ammassi con XMM-Newton
- chiedere osservazioni molto lunghe proponendo **nuove strategie osservative**

LA TECNICA DI ANALISI

Nuova tecnica per misurare la temperatura dell'ICM
in regioni di bassa brillantezza superficiale basata
sulla **modellizzazione del fondo**.



I parametri del fondo
vengono **stimati**
in una regione in cui
l'emissione dell'ammasso
è trascurabile
e vengono **riscalati**
nella regione d'interesse.

MISURARE LO SHOCK IN ABELL 754

Orbit 1			
Obs number	Target	Filter	Exposure
1	shock front	thick	56 ks
2	-	closed	21 ks
3	10' East offset	thick	46 ks
Orbit 2			
Obs number	Target	Filter	Exposure
4	-	closed	21 ks
5	shock front	thick	86 ks

**Lungo tempo di esposizione
(130 ks vs. 15 ks dell'osservazione di archivio)
errori statistici notevolmente ridotti,
ma comunque dominano sui sistematici (~10%).**

**Per $M > 1.5$ (da ROSAT 1.8 ± 0.3)
il tempo di esposizione richiesto consente
una misura a 4 sigma
della differenza di temperatura del gas
prima e dopo lo shock.**

Incrociamo le dita e speriamo...