

Fine dell'intervallo



le trasmissioni riprendono con



Istituto Nazionale di Astrofisica

Osservatorio astronomico di Brera



Universo in fiore

Le galassie: i pilastri del cosmo



Ginevra Trinchieri

ginevra.trinchieri@brera.inaf.it

INAF-Osservatorio Astronomico di Brera

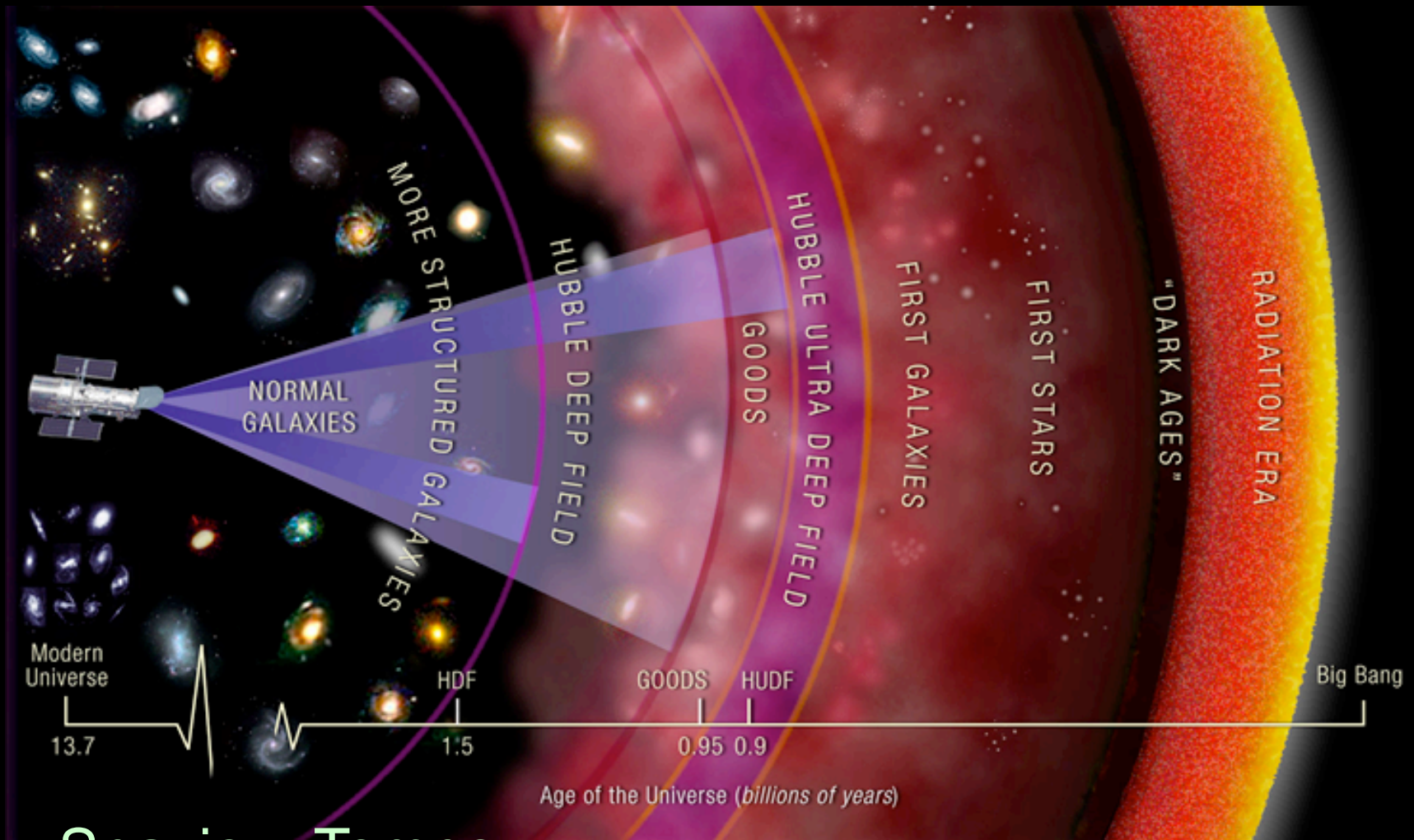
11/02/2015

Come si formano le galassie?

si trasformano nel tempo?

cosa determina le caratteristiche
attuali che osserviamo nelle
galassie vicine?

Universo “locale” ↔ Universo “distante”



<http://hubblesite.org>

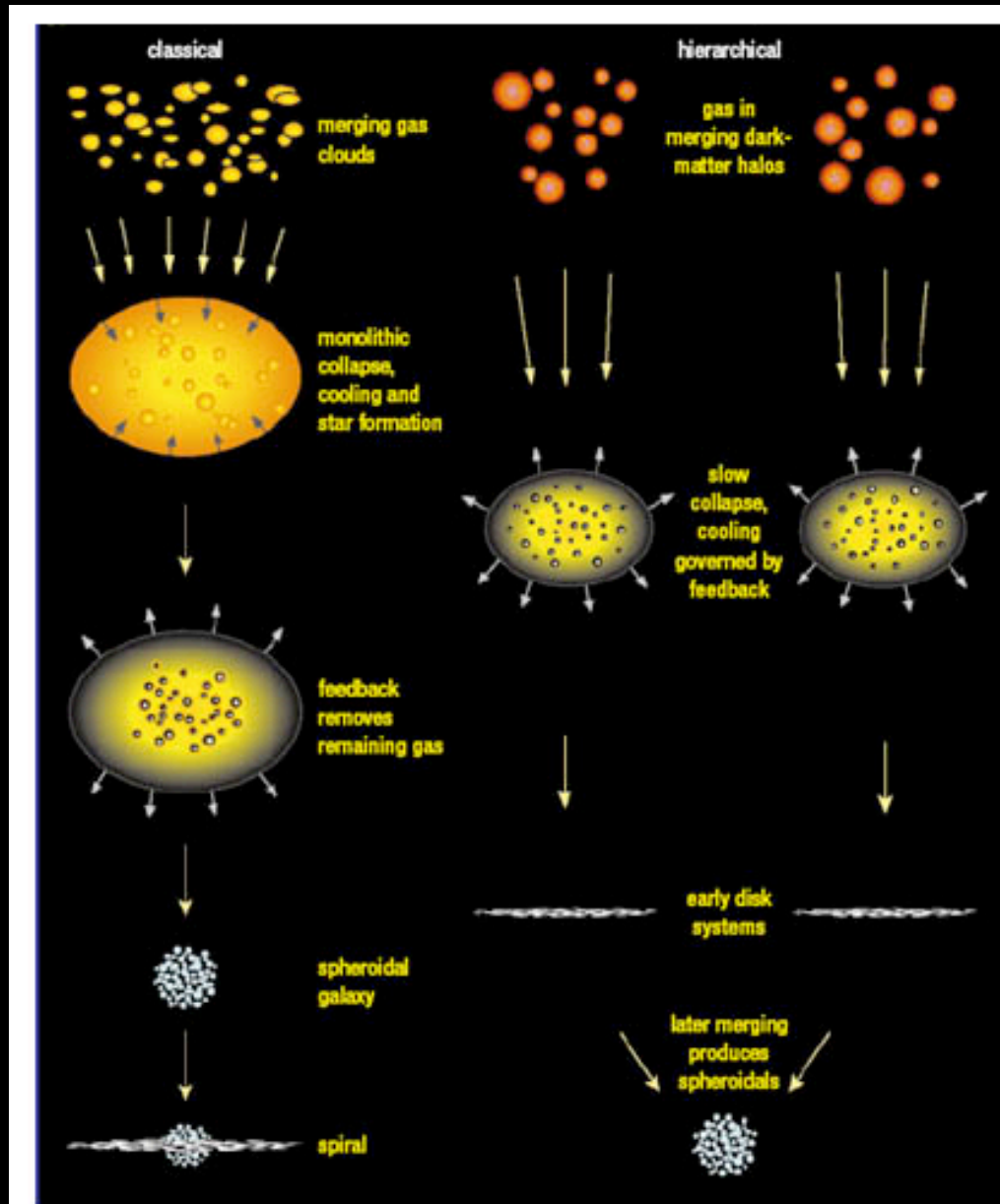
Spazio $\approx$ Tempo

Lontano == piu' antico, piu' vicino alle origini

Come si formano le galassie?

Monolitico

Gerarchico

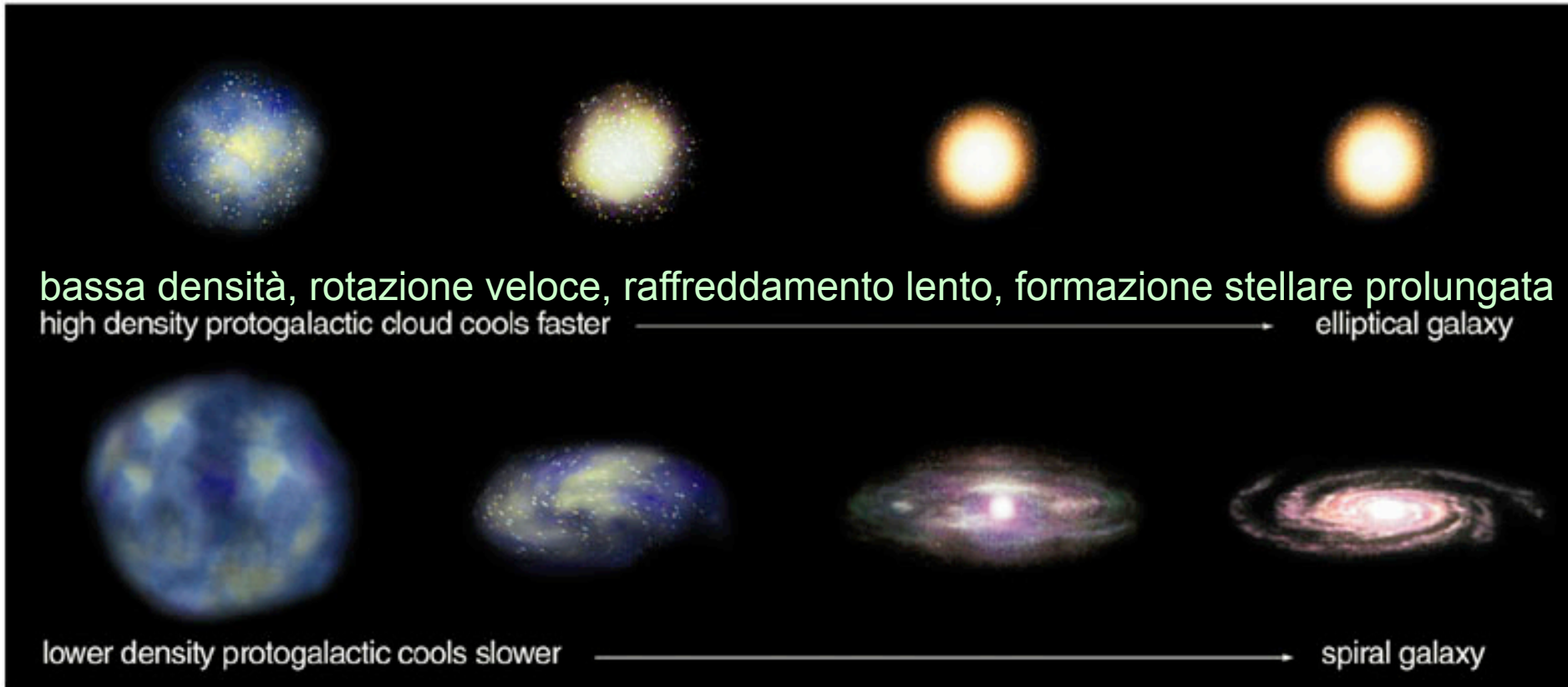


Come si formano le galassie?

Collasso di una protonube accende la formazione stellare

Dalla protonube al prodotto finale

alta densità, rotazione lenta, raffreddamento rapido, formazione stellare rapida



Come si formano le galassie?

Collasso monolitico

Stelle più vecchie si formano prima : H e He soltanto

Generazioni successive portano a stelle ricche di elementi

Formazione “rapida” delle strutture in configurazione “finale”
le più grandi si formano prima

- stelle dovrebbero essere tutte co-rotanti
- stelle degli ammassi globulari dovrebbero avere la stessa età
- perchè gli ammassi globulari presentano gradienti di metallicità
- popolazioni stellari e metallicità ... il rapporto corretto?

Come si formano le galassie?

Age of the Universe

Today: 14 Billion Years

9 Billion Years

5 Billion Years

2 Billion Years

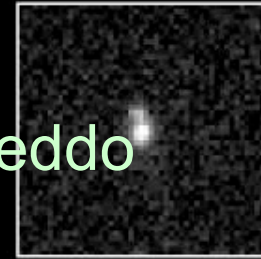
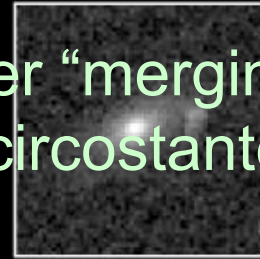
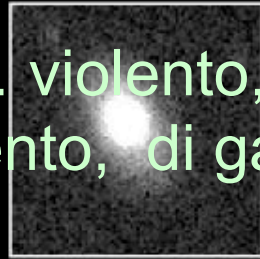
accrescimento ... violento, per “merging”
lento, di gas circostante freddo

Si parte con oggetti piccoli ... che crescono nel
tempo attraverso scontri con altre galassie

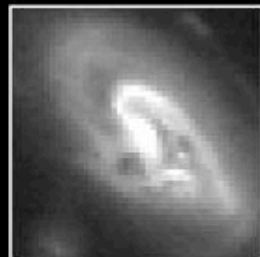
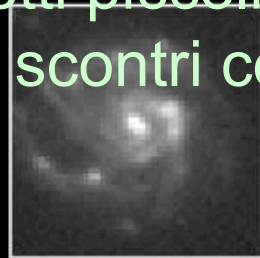
Possibile?



Elliptical



Spiral



Galaxies: Snapshots in Time

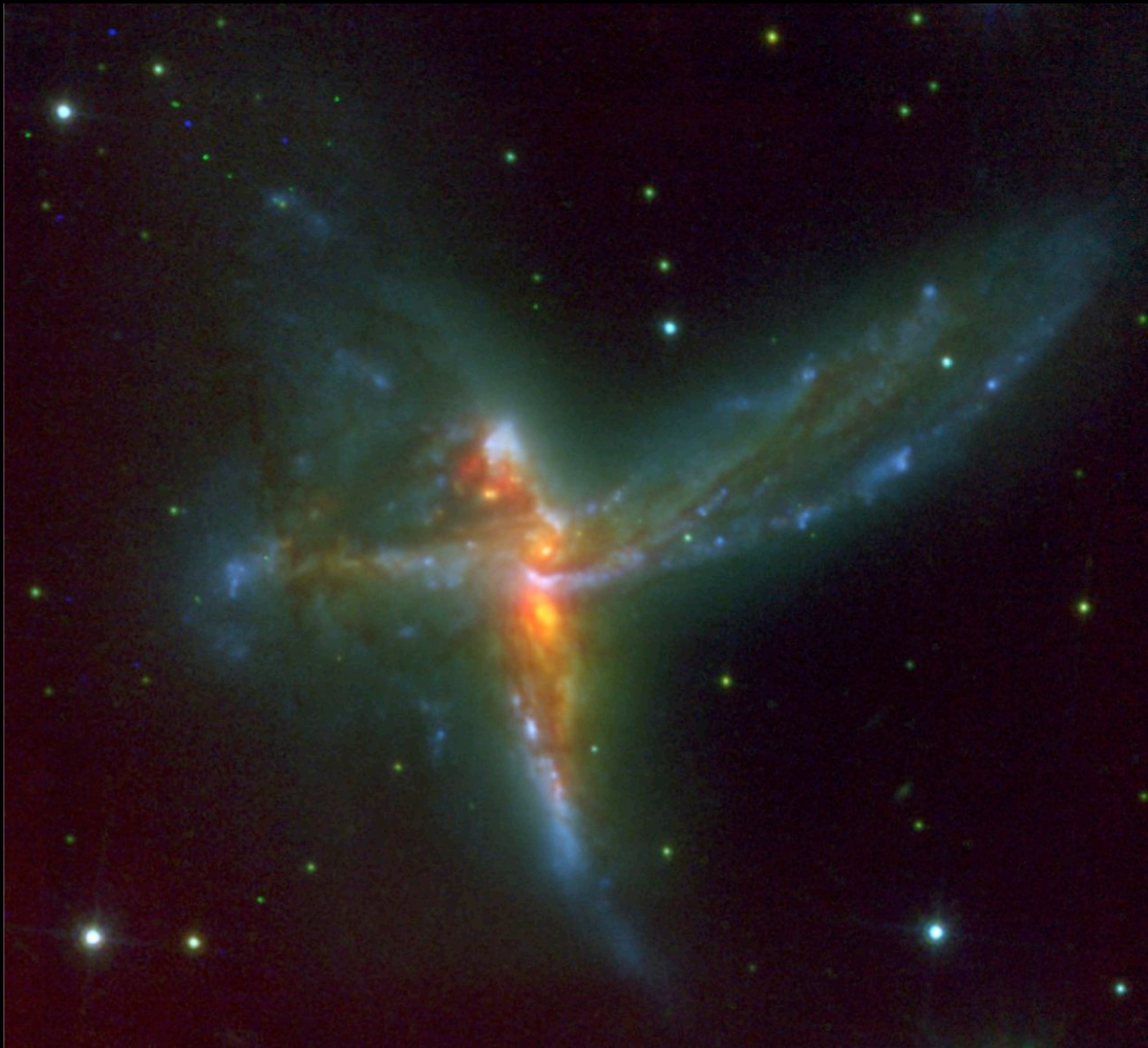
HST · WFPC2

Si tratta di fantascienza?
di invenzioni degli scienziati?

Ci sono le galassie cosiddette irregolari



Galassie interagenti: prima...



durante...



...e dopo!

Come si formano le galassie?

Accrescimento gerarchico :

piccole strutture si “sommano” per diventare una sola più grande

strutture più piccole si formano prima

“dry” mergers ; “minor vs major merger”

→ diversa morfologia per galassie ad alto z ($z > 3$???)

→ galassie ad alto z più piccole

→ scontri tra galassie frequenti

→ diversa composizione morfologica negli ammassi di galassie (?)

Casi di “minor” merger

La galassia perde pezzi???



Image Credit: NASA/Caltech-JPL



Image credit: [NASA/JPL](#)-Caltech

Ellittiche blu??

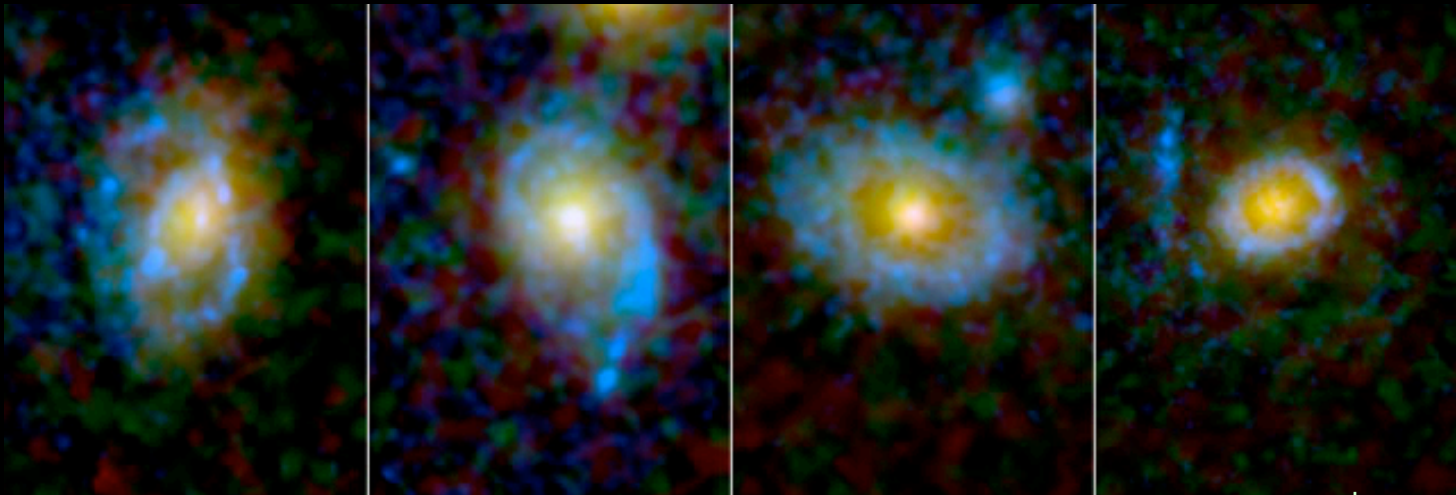
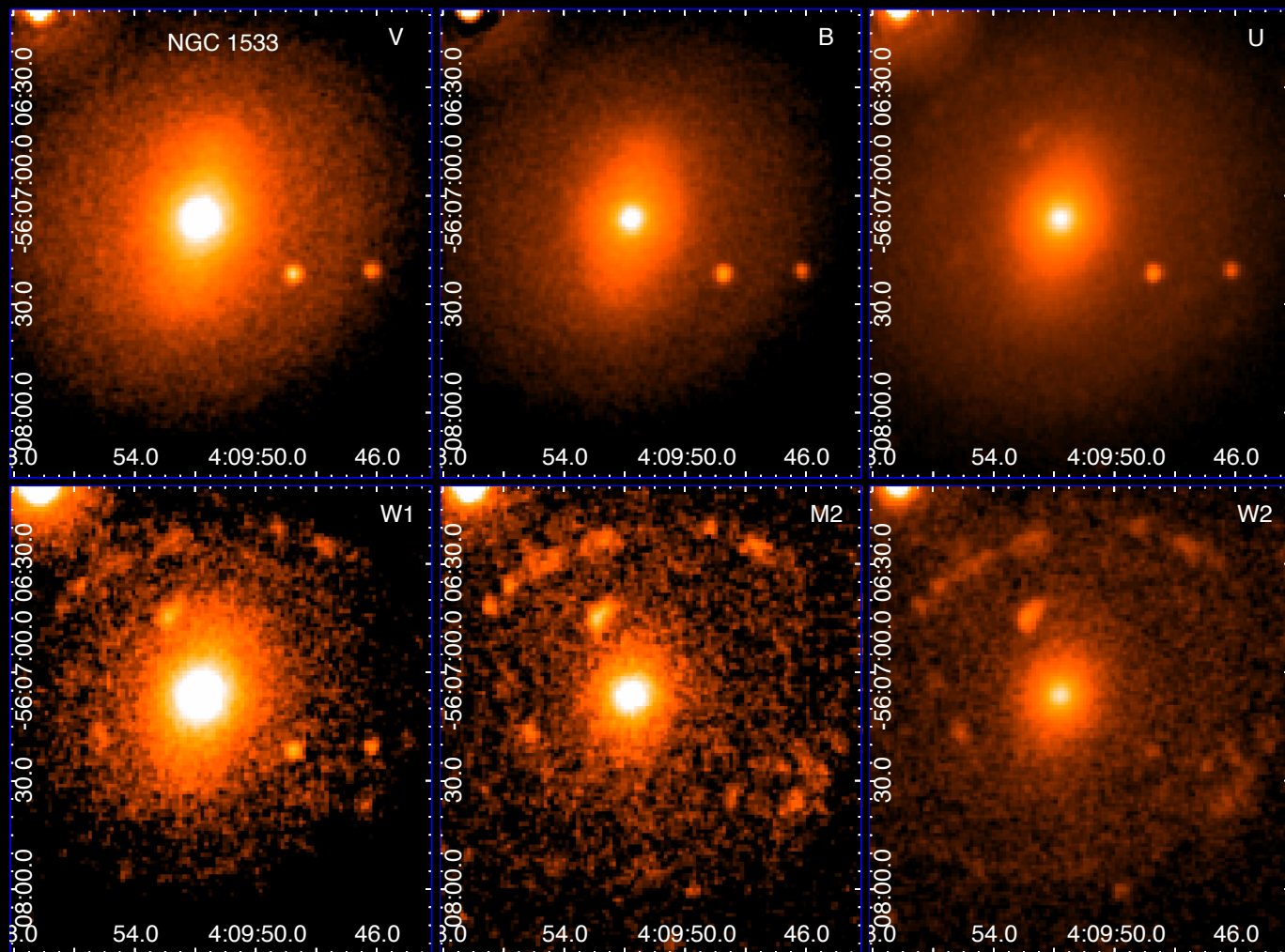
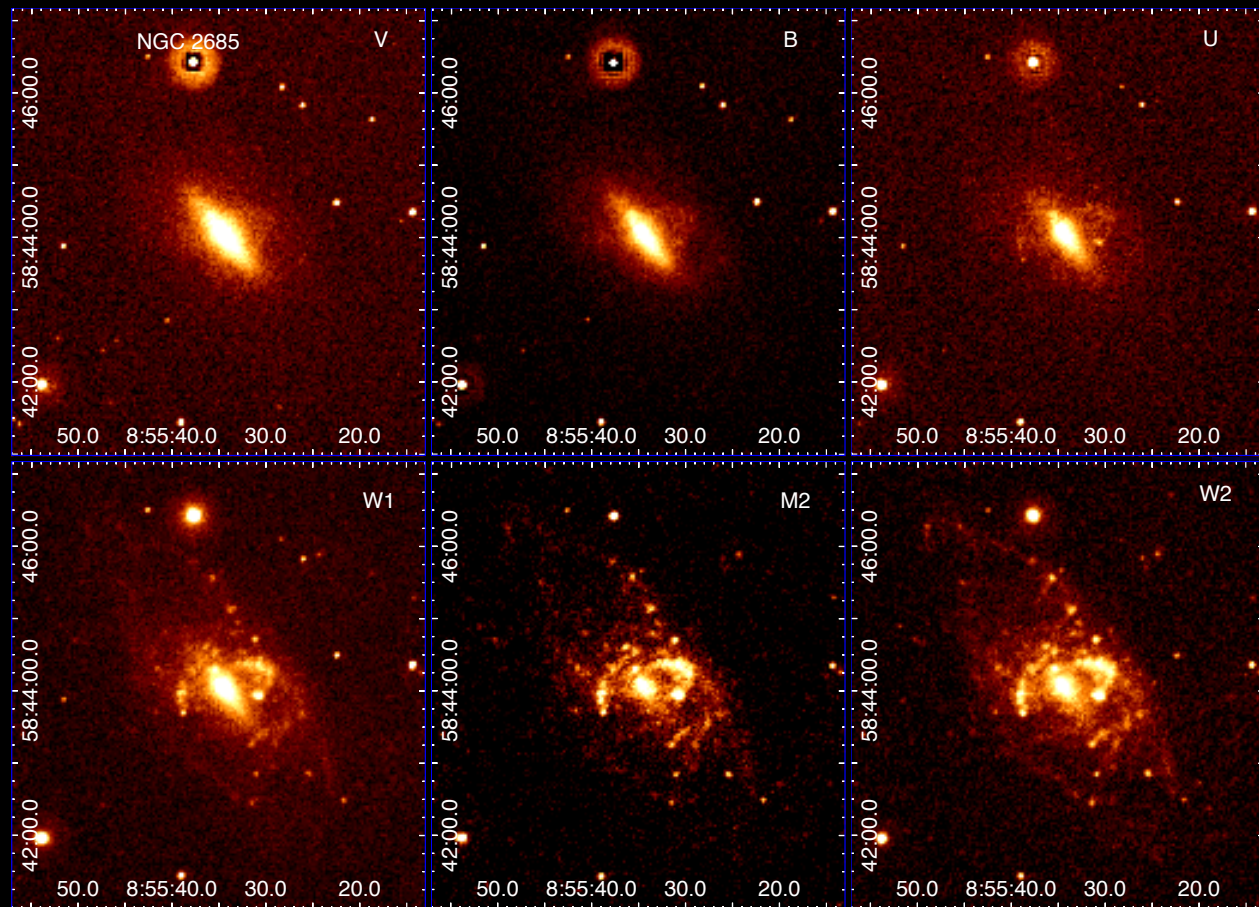


Image credit: [NASA/JPL](#)

NGC 1533 : ottico $\rightarrow$ blue $\rightarrow$ UV



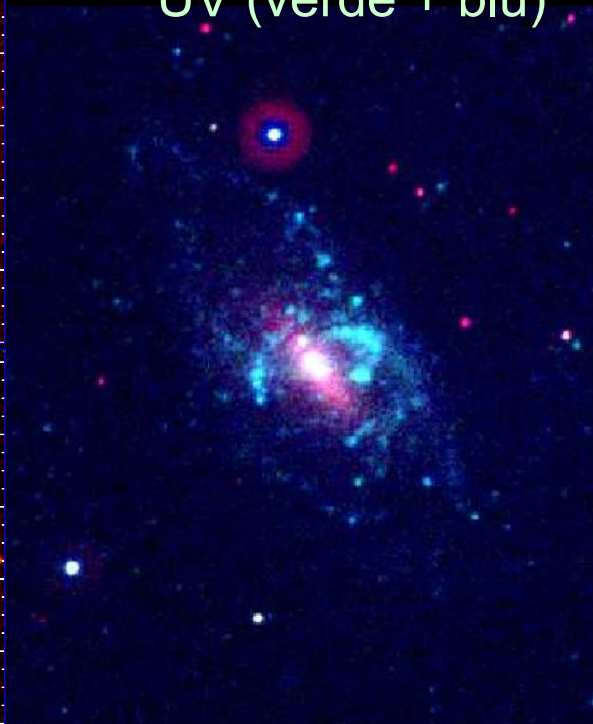
NGC 2685 : ottico $\rightarrow$ blue $\rightarrow$ UV



Composito:

B (rosso)

UV (verde + blu)



alcuni ingredienti

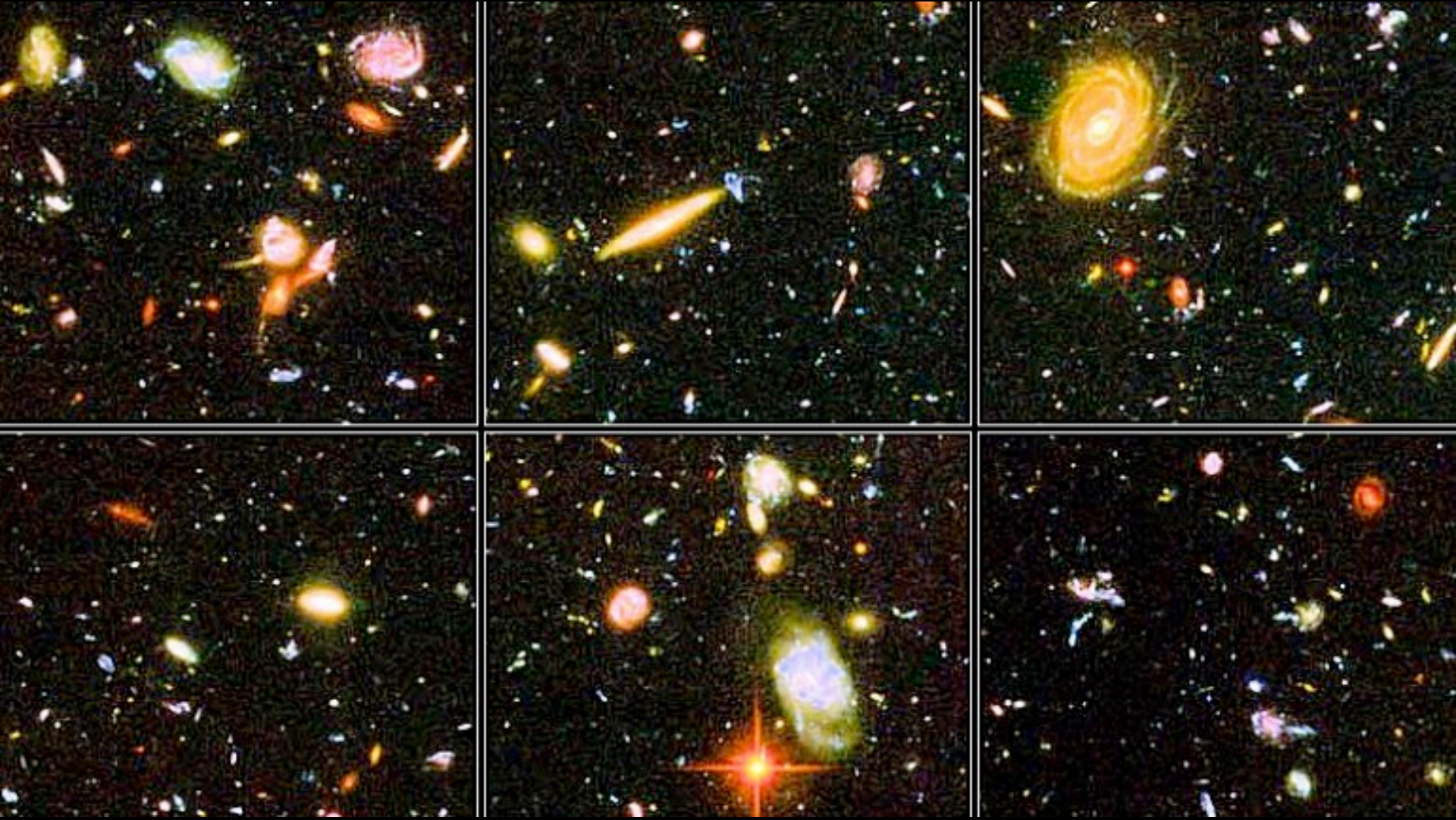
Dove sono nell'Universo : distanze

Come sono fatte : morfologia

Dove vivono : ambiente

**Universo “locale” ↔ Universo “distante” :
Nascita, evoluzione e cosmologia**

Dove vivono le galassie? a ciascuno il suo ambiente



Vignettes from the Hubble Ultra Deep Field image

Dove vivono le galassie?

Campo rado

Dove vivono le galassie?

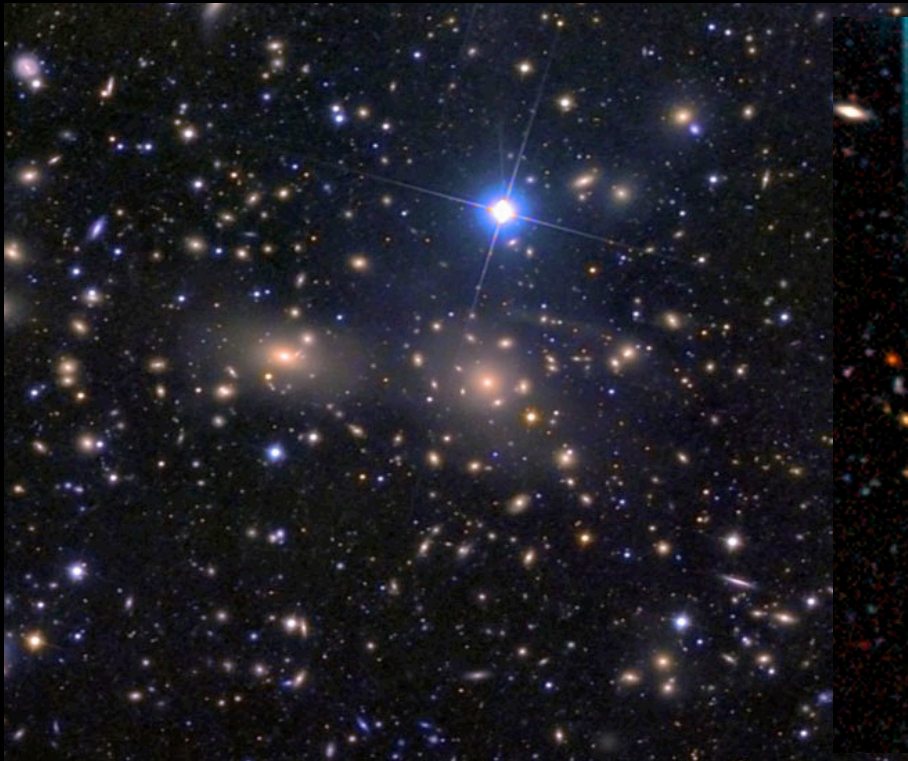


Stephan's Quintet

Campo intermedio: gruppo di galassie

Dove vivono le galassie?

COMA BERENICES @ $z=0$



JKCS041 @ $z=1.8$



Campo denso --- ammasso di galassie

Le galassie sono “animali” sociali !!!
~ 80 % vive in compagnia di altre galassie

coppie/tripletti

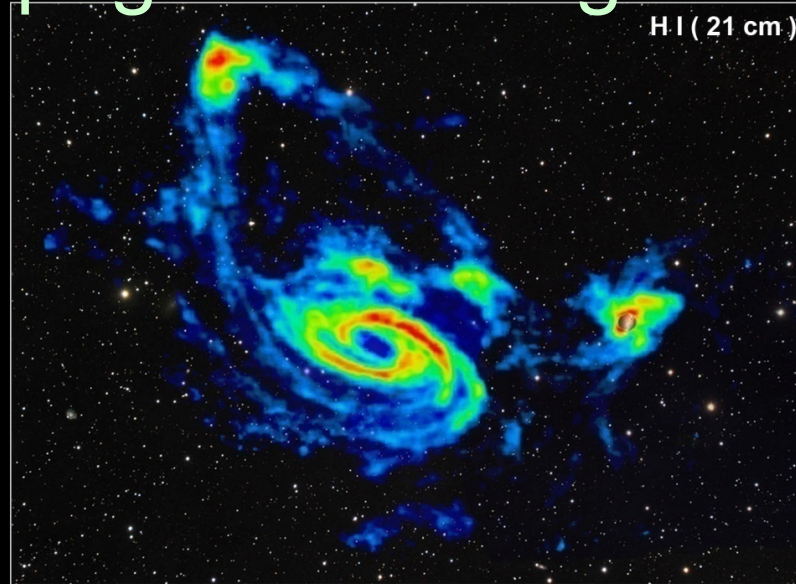


Arp87: NGC3808 (right) and NGC 3808A (HST image)

Le galassie sono “animali” sociali !!!

~ 80 % vive in compagnia di altre galassie

coppie/tripletti



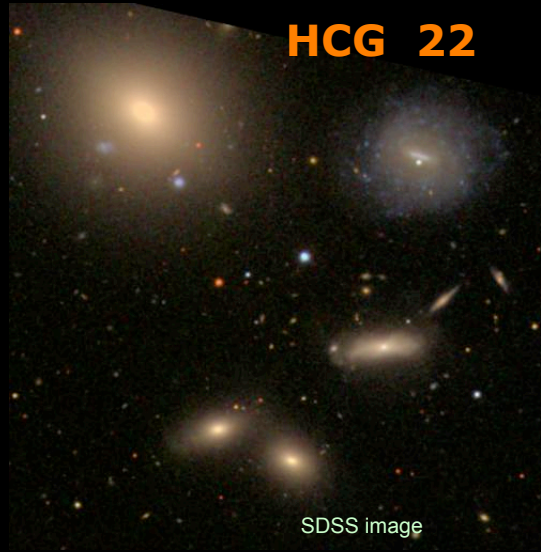
Le galassie sono “animali” sociali !!!

~ 80 % vive in compagnia di altre galassie

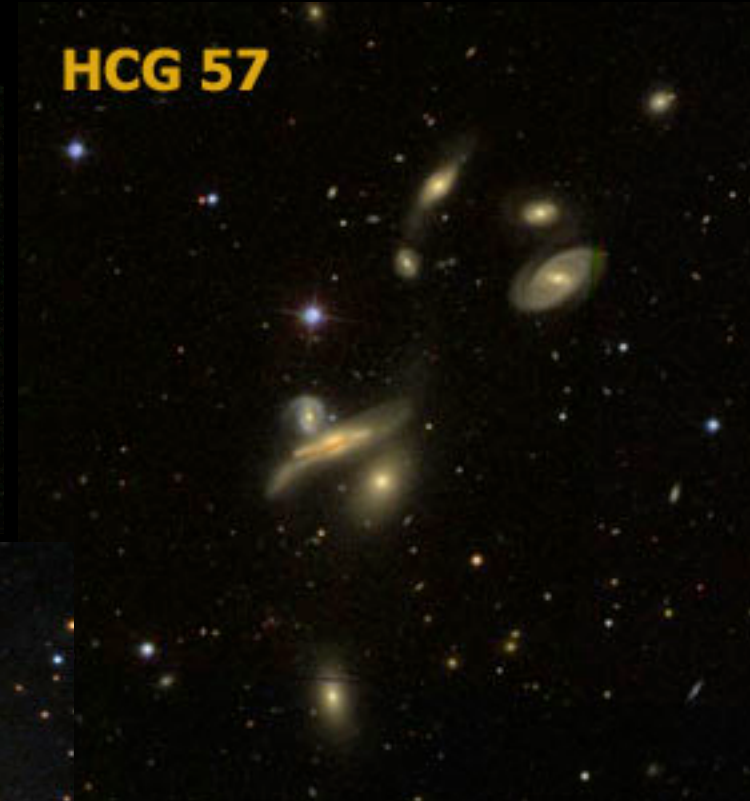
coppie/tripletti

gruppi poveri
gruppi compatti
gruppi ricchi

HCG 22



HCG 57



Stephan's Quintet



Le galassie sono “animali” sociali !!!

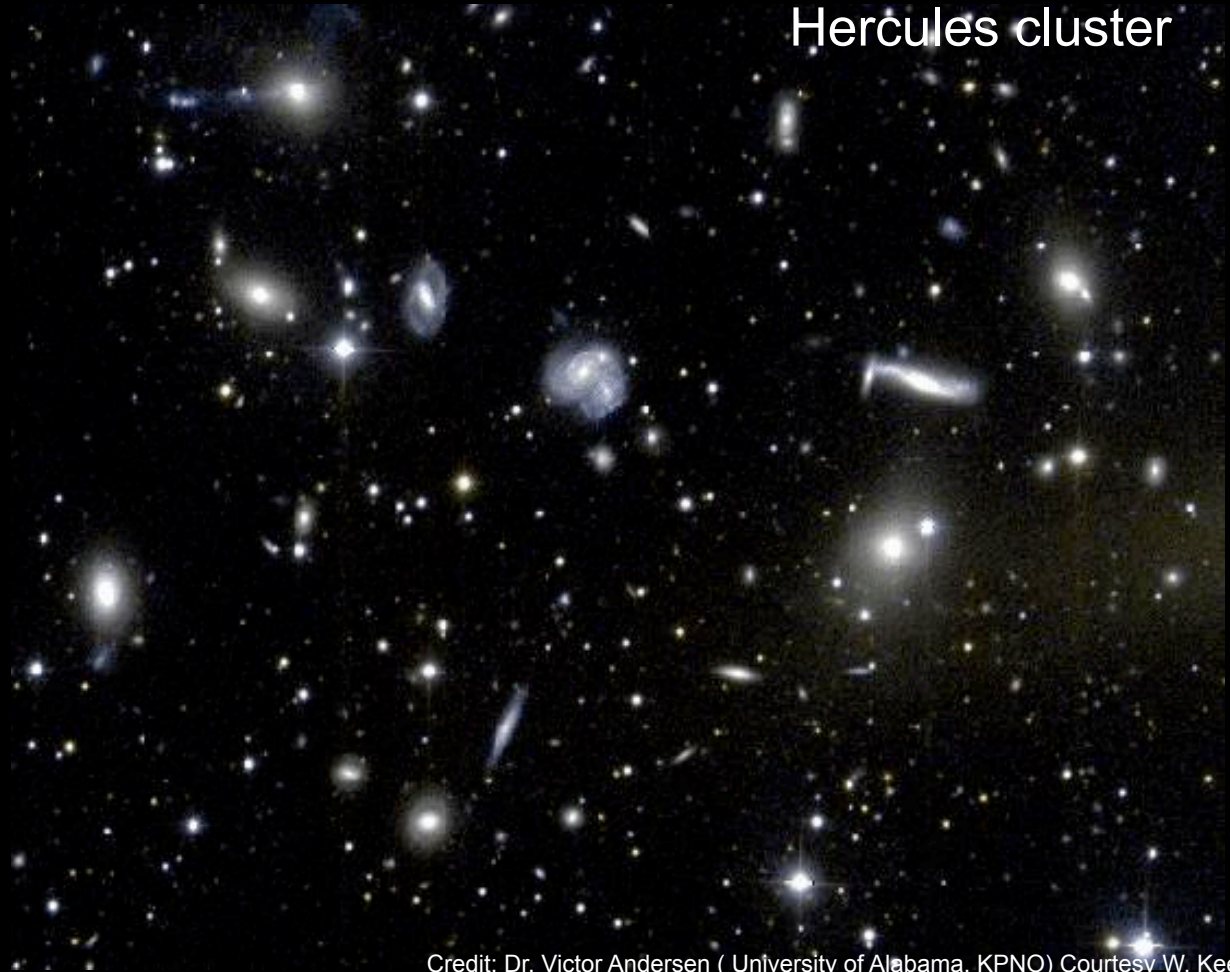
~ 80 % vive in compagnia di altre galassie

coppie/tripletti

gruppi poveri
gruppi compatti
gruppi ricchi

ammassi di galassie

superammassi



Hercules cluster

Cos'è un ammasso di galassie?

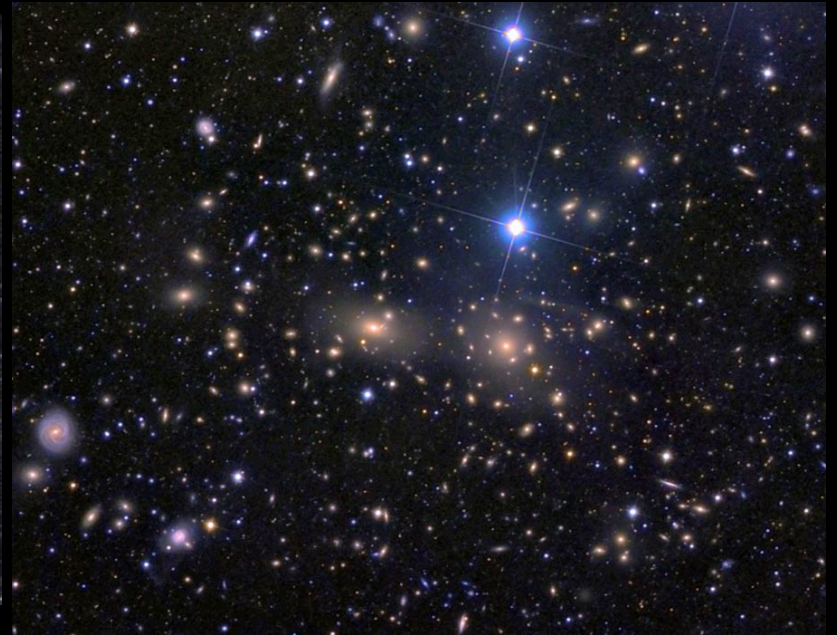
una zona di cielo ben definita che presenta una “densità maggiore” di galassie

→ Le galassie sono legate tra loro dalla gravità

Vergine



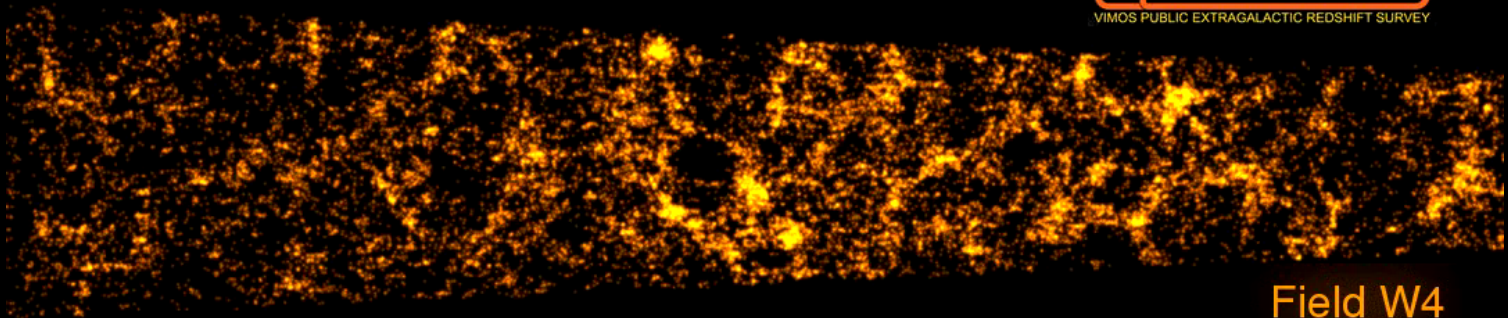
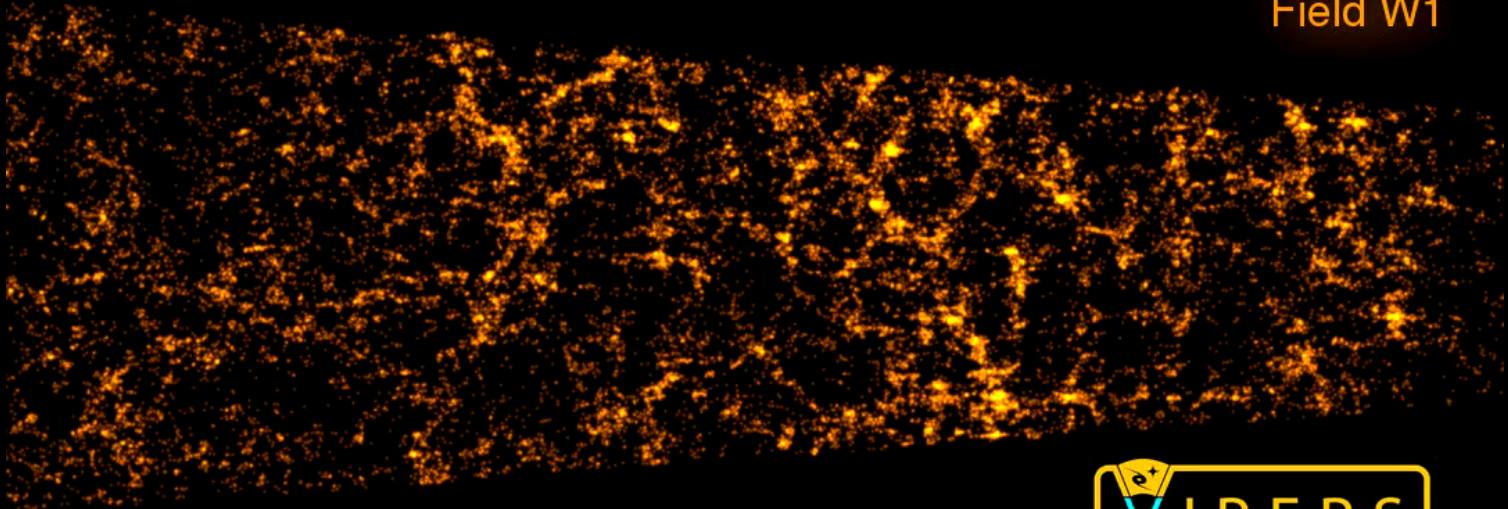
Coma



ATTENZIONE: C'è bisogno che siano anche ALLA STESSA DISTANZA!

Necessario avere dati sulle distanze delle galassie
(z) per isolare sistemi reali (non proiezioni)

Field W1



Field W4

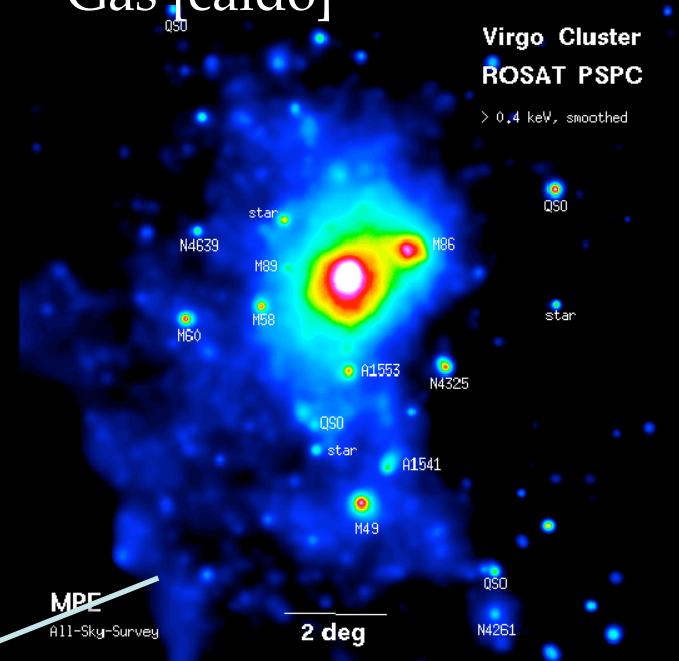
Cos'è un ammasso di galassie?

Galassie



GALASSIE :
Stelle [+pianeti]
ISM[gas, polveri ...]
aloni galattici

IGM
Gas [caldo]

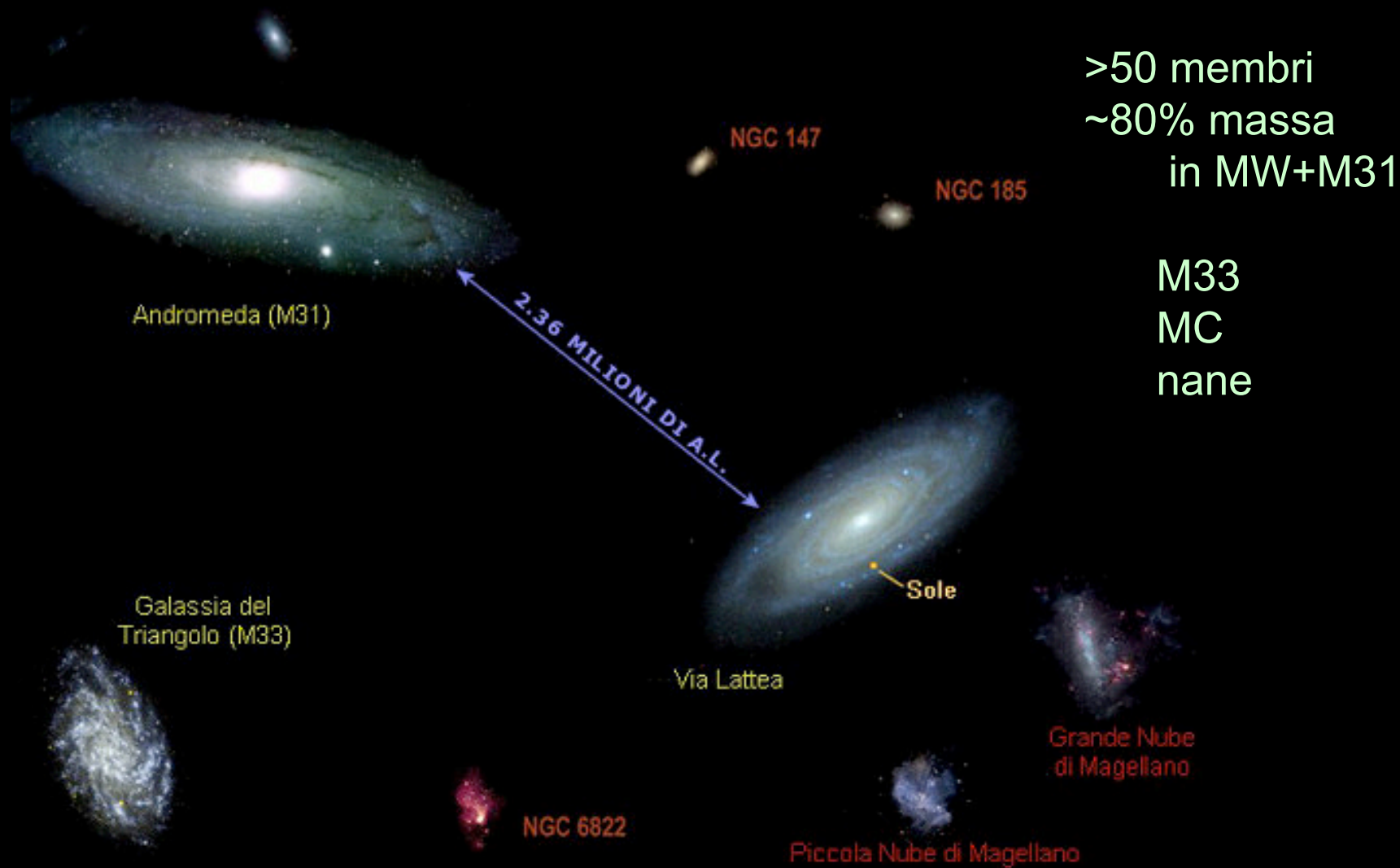


legati dalla
GRAVITÀ

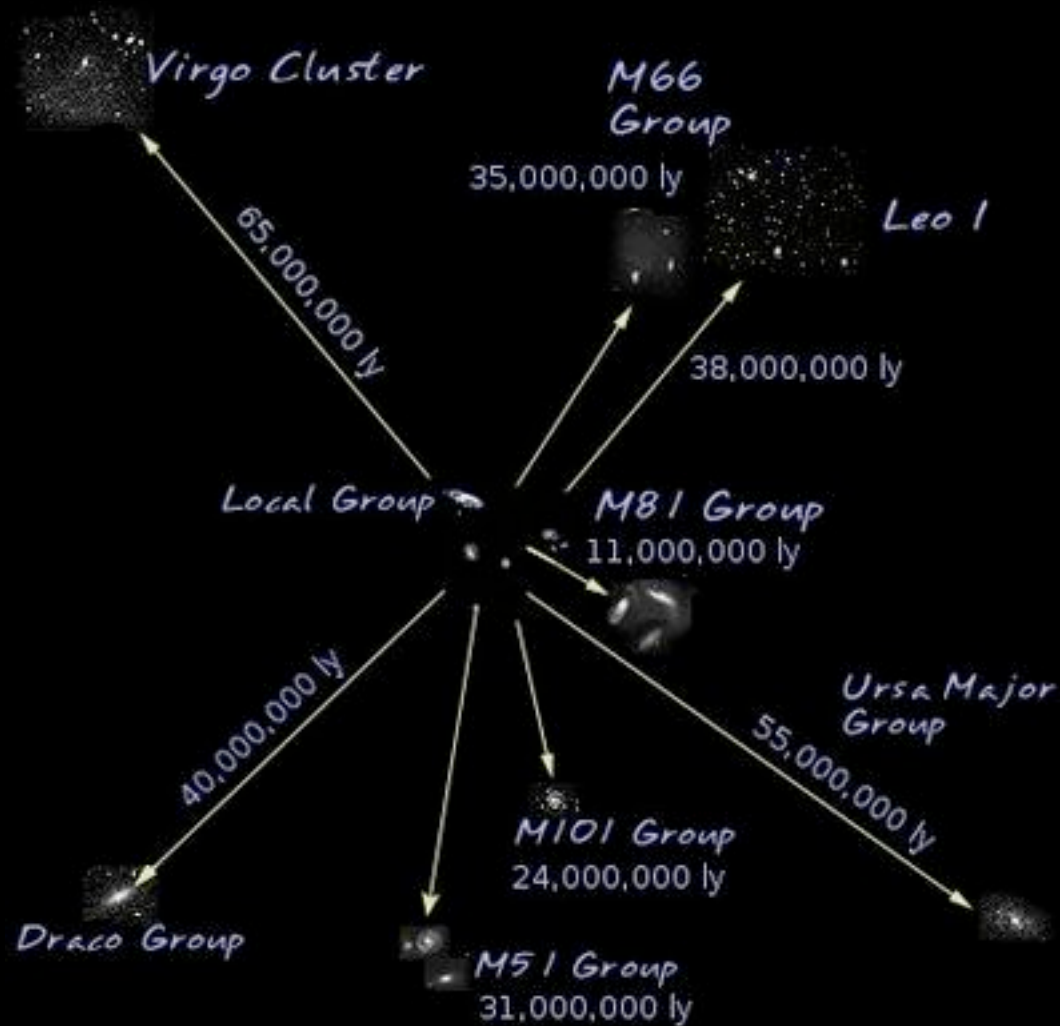


“Materia
oscura”

Il gruppo locale



I Gruppi piu' vicini



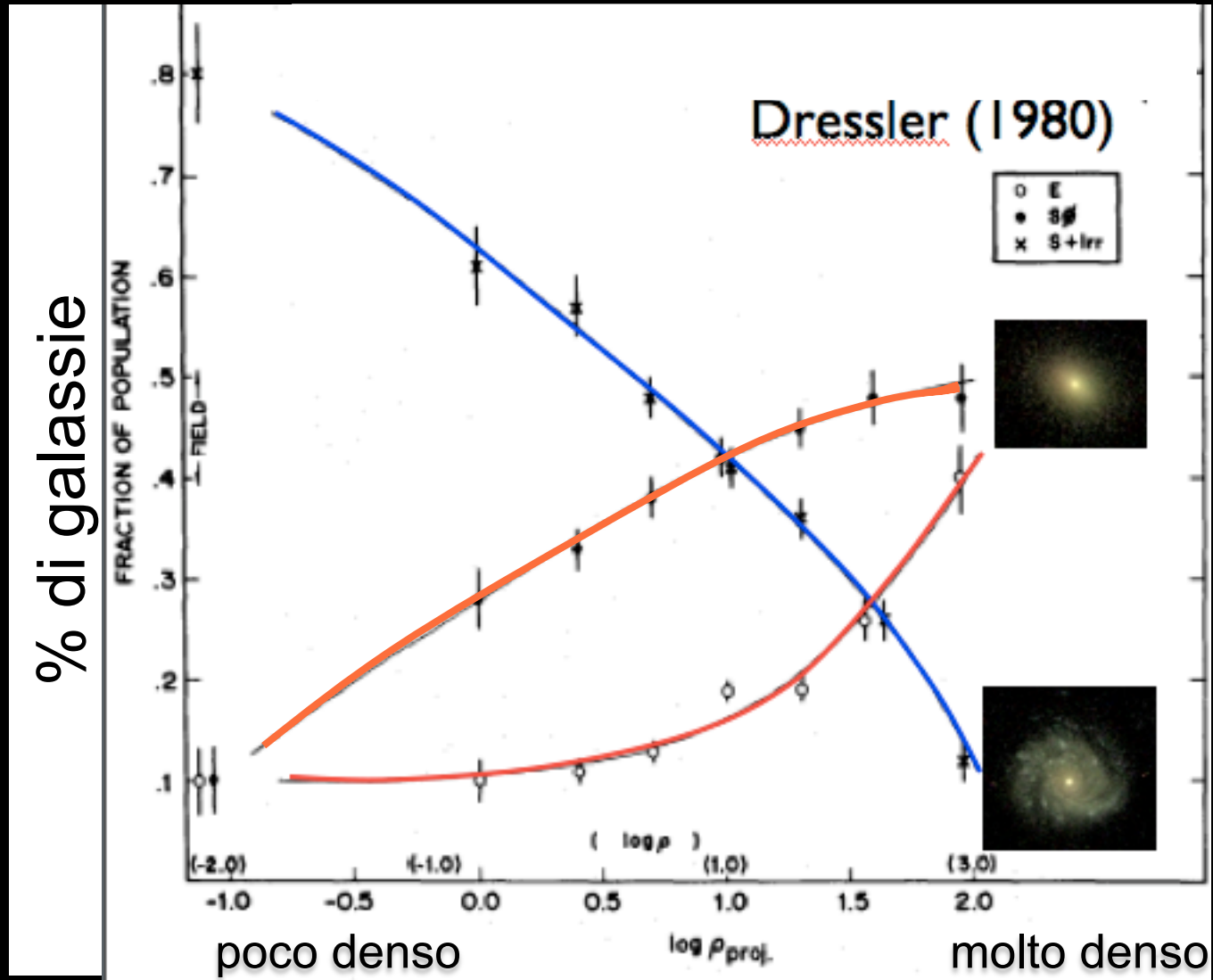
ammasso di galassie

E' caratterizzato da:

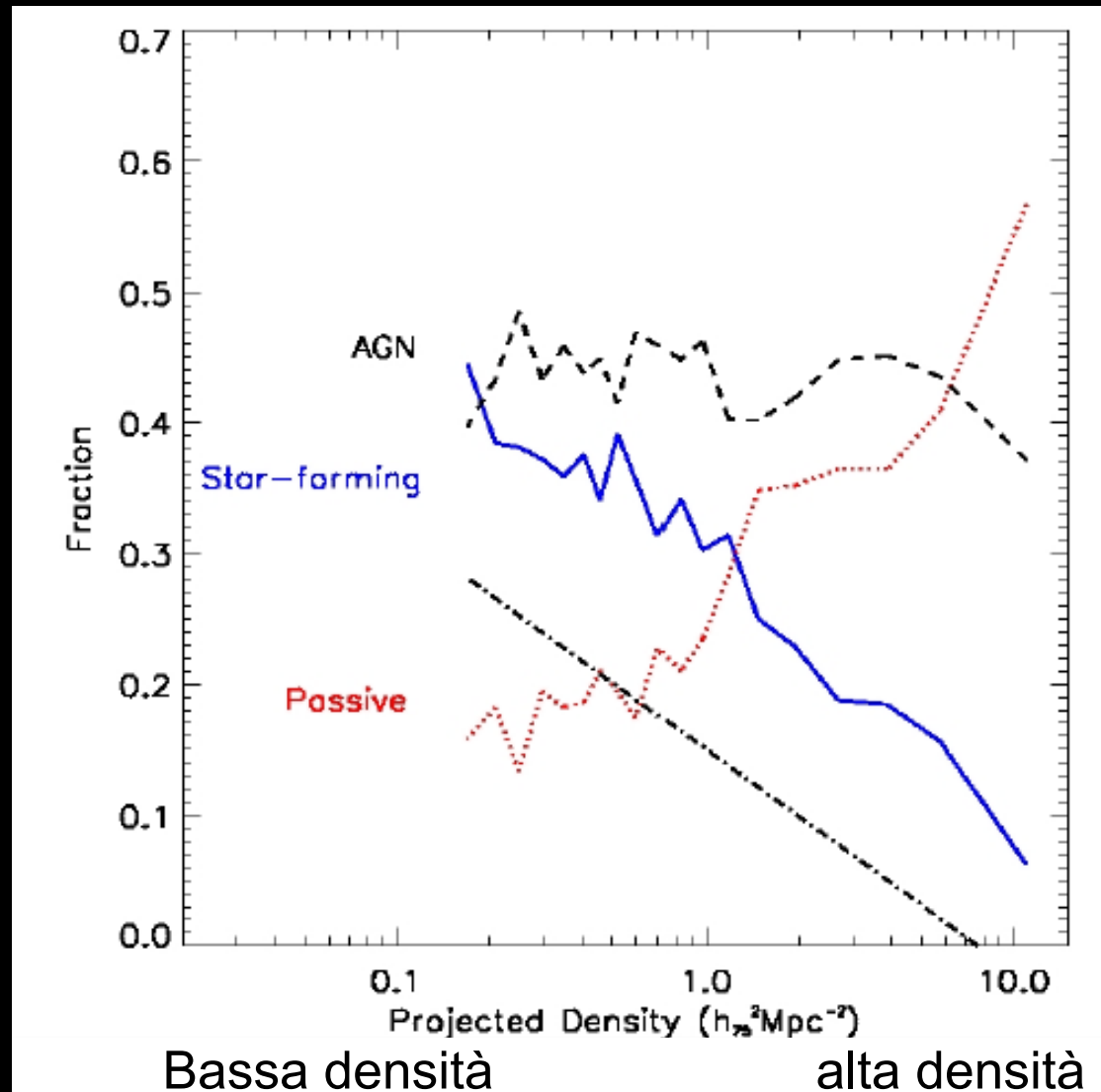
- massa luminosa $> 10^{13} M_{\odot}$
- massa totale $> 10^{14-15} M_{\odot}$ [Galassie, gas, massa oscura]
- ricchezza : n. di membri: > 100 con $L > 10^{11} L_{\odot}$
gruppi > 10
- raggio ≈ 1 Mpc
- forma (sferico ... bimodale .. irregolare..)
- tipo di galassie (% di S/E)
- IGM (gas caldo) $> 10^{13} M_{\odot}$
- presenza di shocks/anomalie

Le galassie si muovono con orbite "casuali" e con "velocità" ~ 1000 km/s

frazione di ellittiche aumenta (spirali diminuisce) verso il centro



formazione stellare diminuisce verso il
centro





Percentuale

Galassie blu

trasformazioni/
invecchiamento
lenti, legati a processi
interni
Nuove aggiunte

Galassie rosse

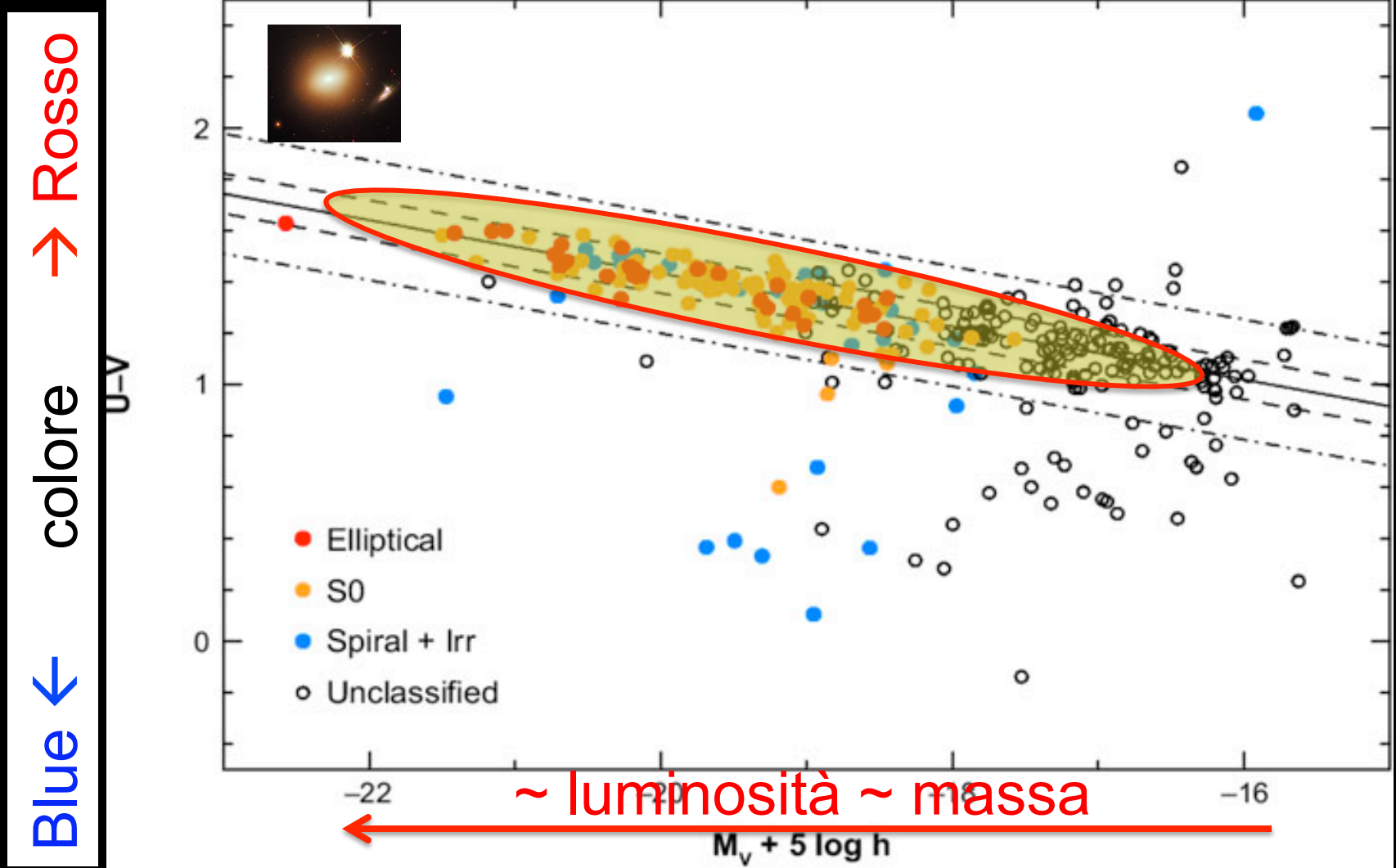


trasformazioni legate
alla maggior
frequenza di scontri,
fusioni, interazioni"

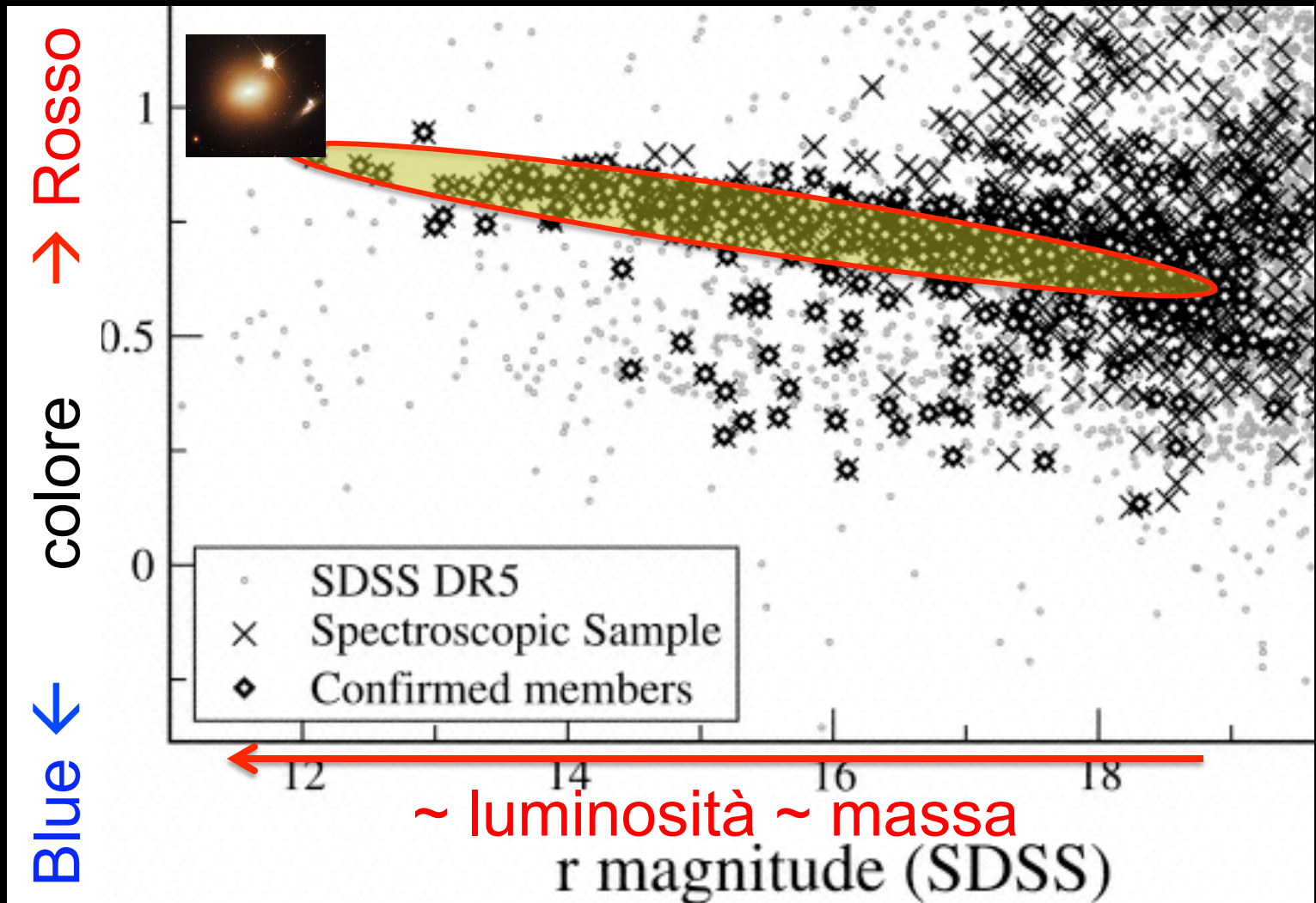
CAMPO DENSO -- CENTRO

CAMPO RADO -- PERIFERIA

La relazione colore-magnitudine nell'ammasso di Coma



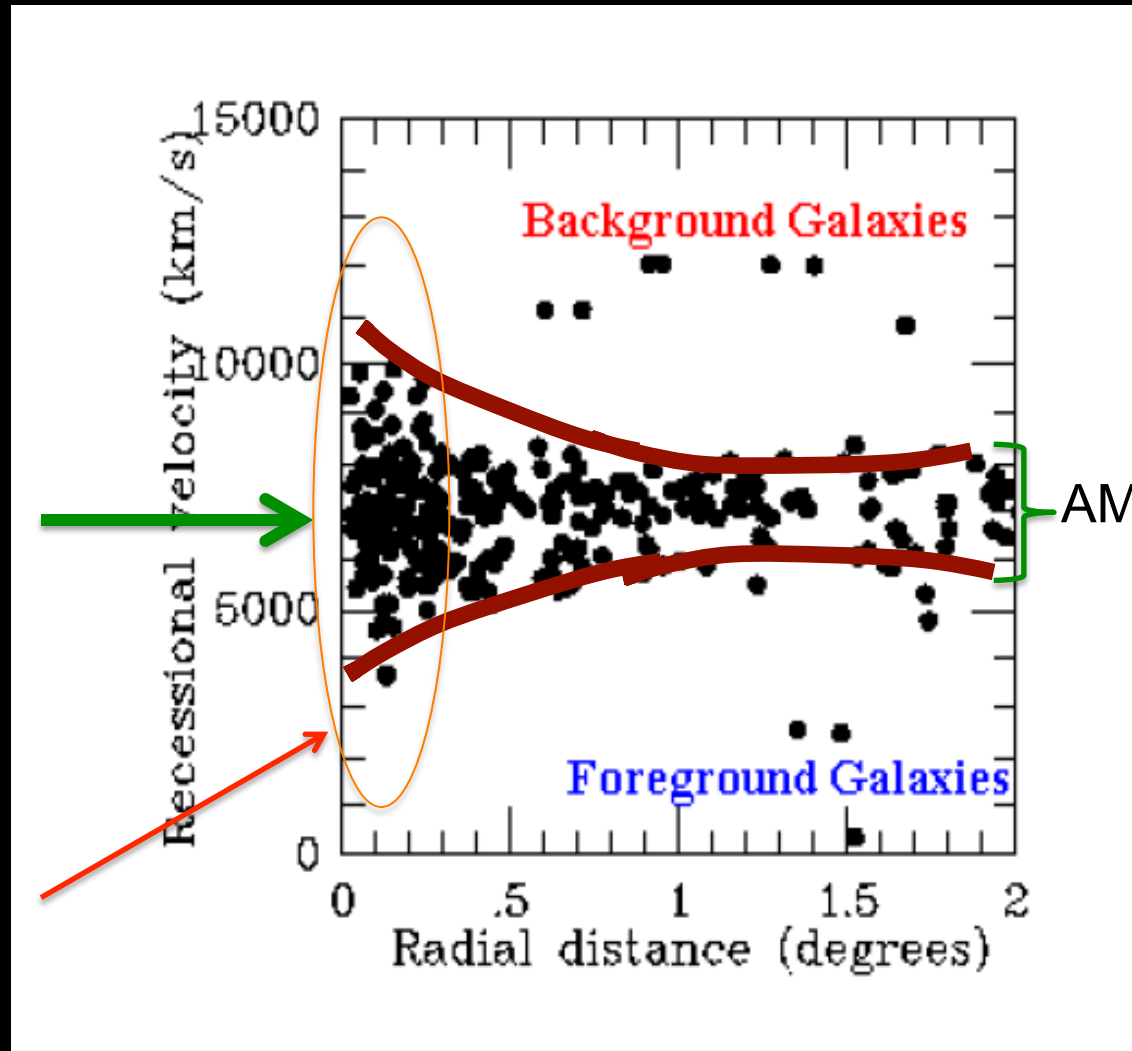
La relazione colore-magnitudine nell'ammasso di Coma



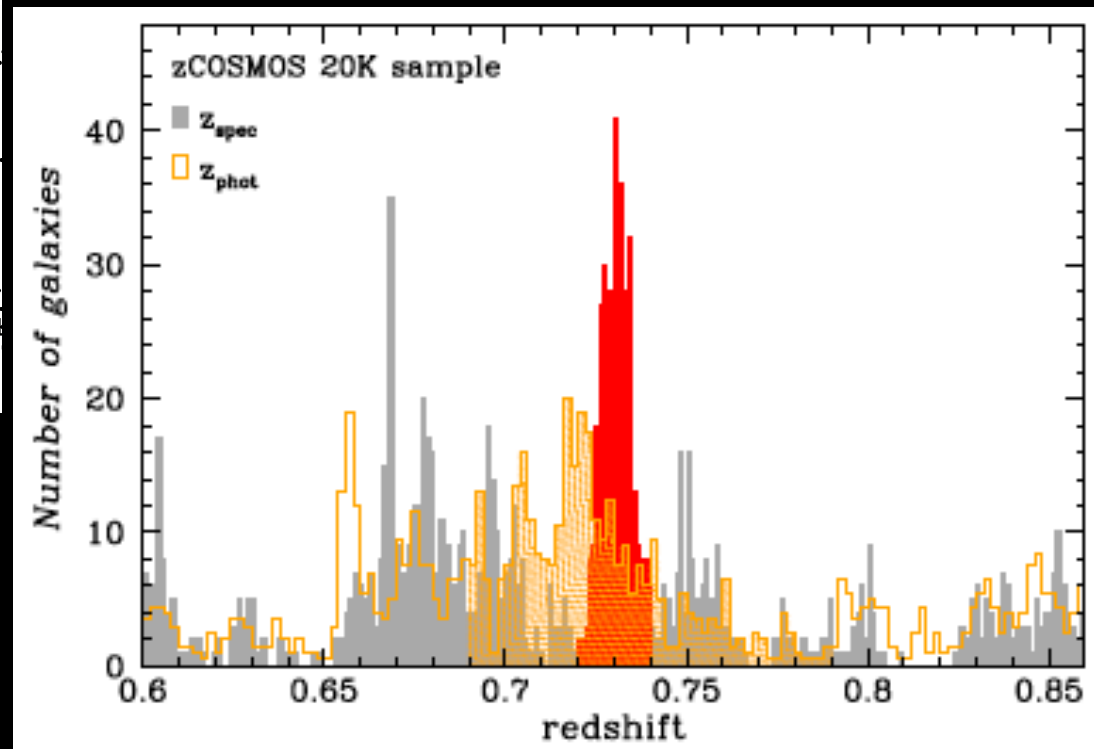
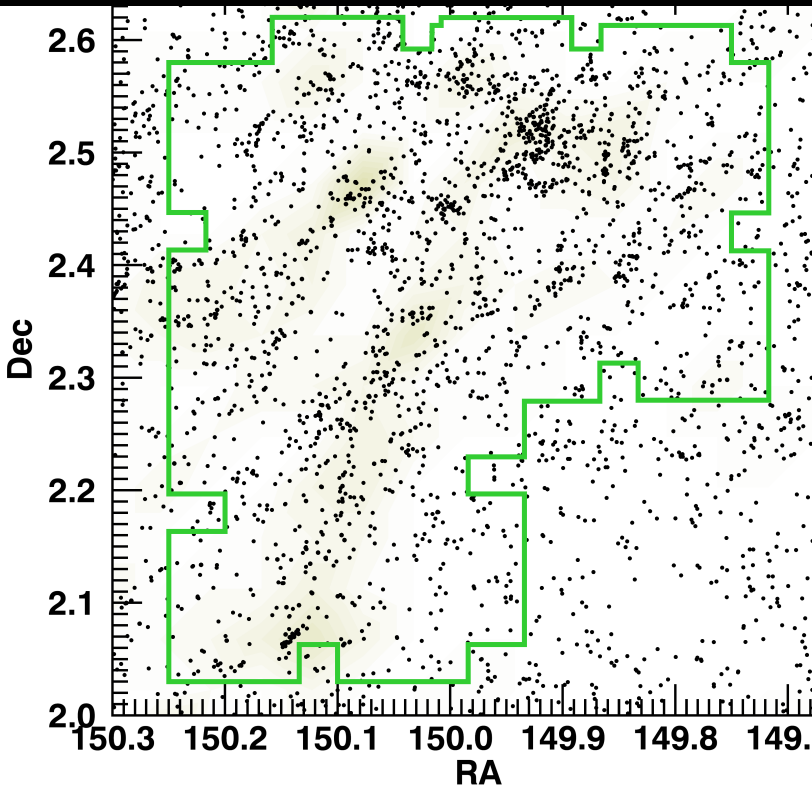
Distribuzione delle velocità radiali delle galassie in ammasso : Coma

Velocita' del sistema

“finger of god”



Distribuzione delle velocità delle galassie universo lontano



Anche nei cluster si parla di

80% materia oscura

20 % materia visibile :

<10% galassie

>10% gas caldo

Materia oscura insieme alle galassie
(nelle galassie e' nelle parti esterne)



Anche nei cluster si parla di

evidenza proviene da :

moti delle galassie

presenza di gas caldo

lenti gravitazionali



Moti delle galassie

nel sistema

1) gravitazionalmente legato e 2) in stato stazionario:

energia cinetica = energia potenziale (VALORI MEDI nel TEMPO)

$$2K + U = 0 \rightarrow m\sigma^2/R = GMm/R^2$$

$$\sigma \sim 1000 \text{ km s}^{-1} \quad r_{cl} \sim 1 \text{ Mpc}$$

$$M \sim \frac{\sigma^2 r_{cl}}{G} = \frac{(1000 \text{ km s}^{-1})^2 \times (1 \text{ Mpc})}{6.7 \times 10^{-8} \text{ cgs}} = 2 \times 10^{14} M_{\odot}$$

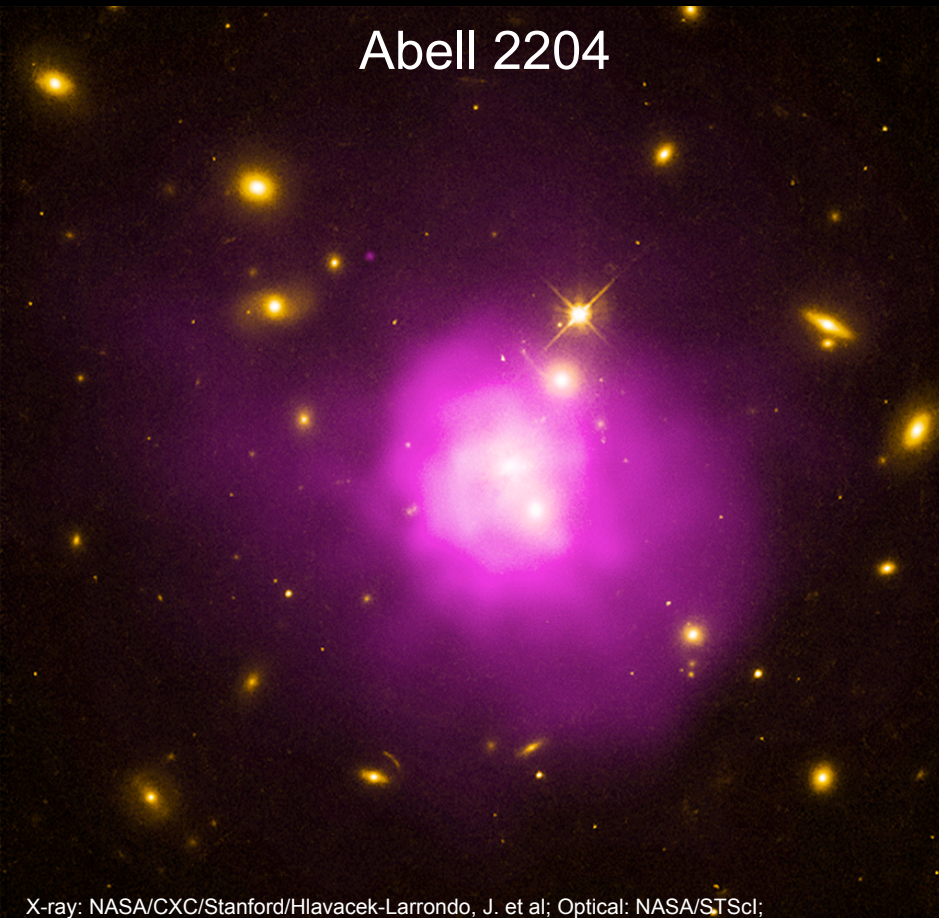
$M_{\text{viriale}} \gg M \text{ in galassie : } M_{*} \text{ o } M_{\text{gas}}!$

L'Ammasso di COMA BERENICES



presenza di gas caldo

Abell 2204



X-ray: NASA/CXC/Stanford/Hlavacek-Larrondo, J. et al; Optical: NASA/STScI;
X-ray (Purple); Optical (Yellow)

Abell 383



X-ray: NASA/CXC/Caltech/A.Newman et al/Tel Aviv/A.Morandi & M.Limousin;
Optical: NASA/STScI, ESO/VL, SDSS
X-ray (Purple), Optical (White & Blue)

Lente gravitazionale CL0024+1654:

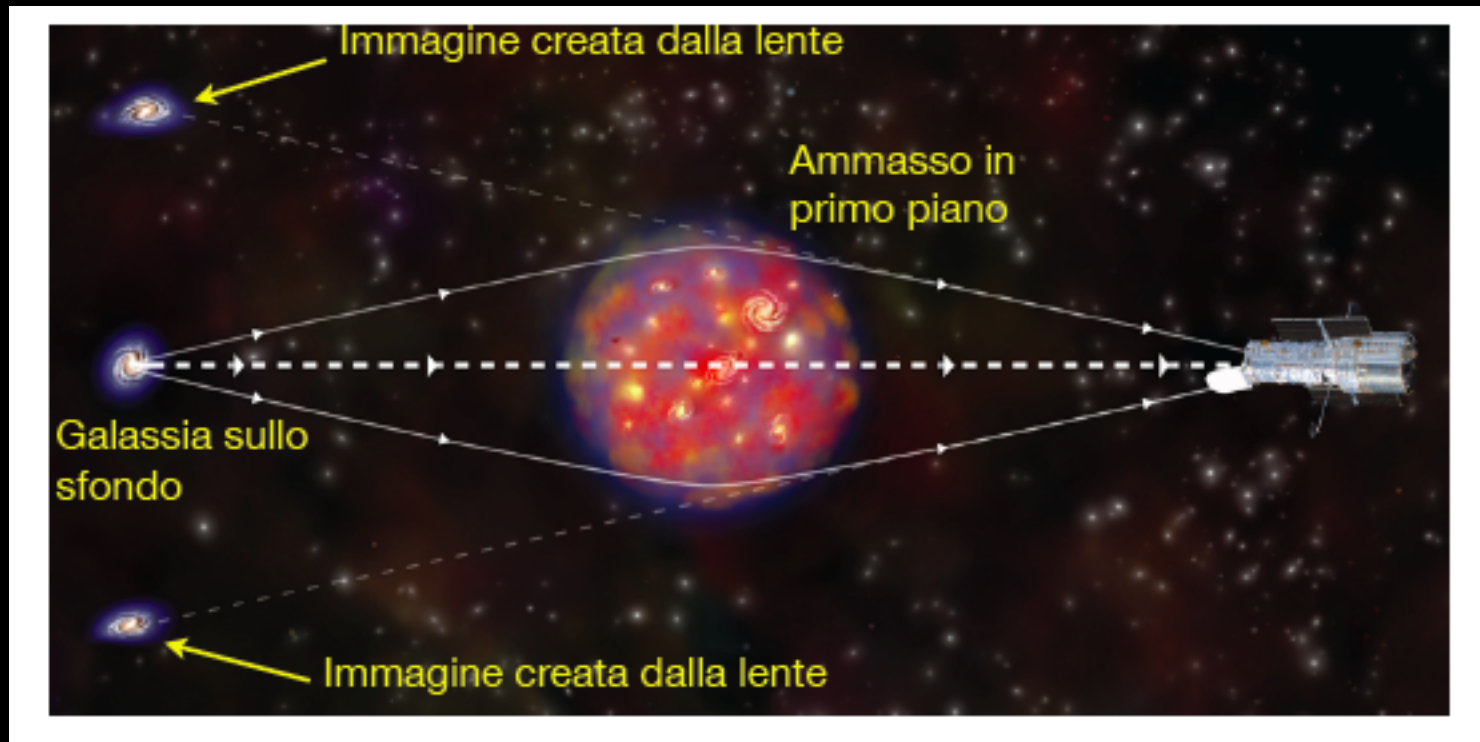
Anelli blu sono immagini di una spirale dietro l'ammasso, che agisce da lente.



Credit: W.N. Colley & E. Turner (Princeton), J.A. Tyson (Lucent Technologies), HST, NASA

Lente gravitazionale CL0024+1654:

Anelli blu sono immagini di una spirale dietro l'ammasso, che agisce da lente.





Galaxy Cluster A2199

Con questi ingredienti



To infinity
and beyond...



Beh .. forse solo alla prossima puntata!
→ La struttura dell'universo a larga scala
L. Guzzo 25/2



“Smiley face”: captured by the Hubble Space Telescope
galaxy cluster SDSS J1038+4849 in the constellation Ursa Major