



UNIVERSITAT DE BARCELONA



L'Univers proper i llunyà

Estrelles, galàxies i cosmologia

Carme Jordi i Nebot

Universitat de Barcelona –

Institut de Ciències del Cosmos – IEEC

Uc^e

UNIVERSITAT
CATALANA
D'ESTIU

Agost-2007

Estrelles, galàxies i cosmologia

1. Les estrelles

2. El Sol

3. La Via Làctia i les altres galàxies

4. Inici i fi de l'univers

Estrelles, galàxies i cosmologia

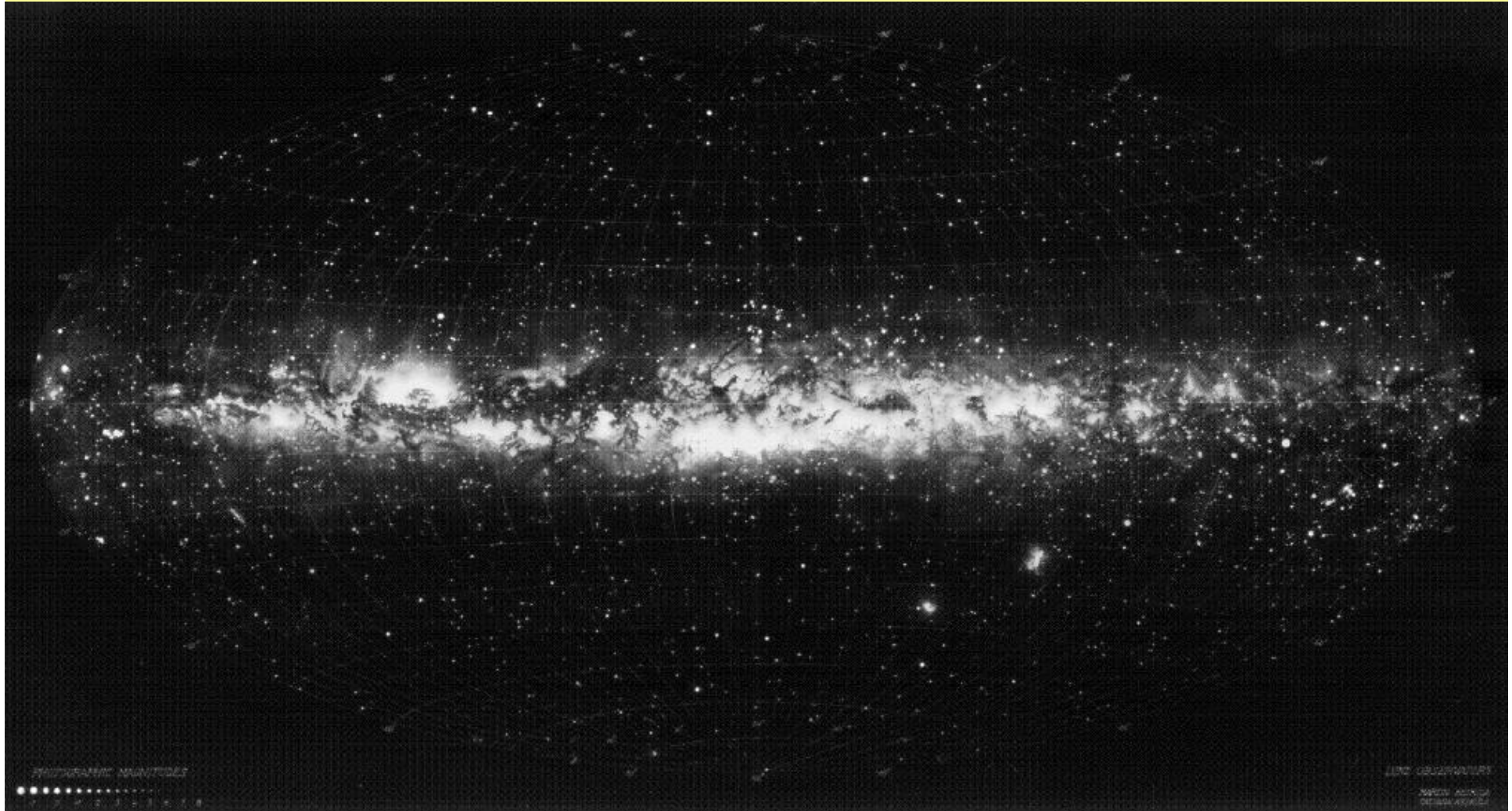
1. Les estrelles

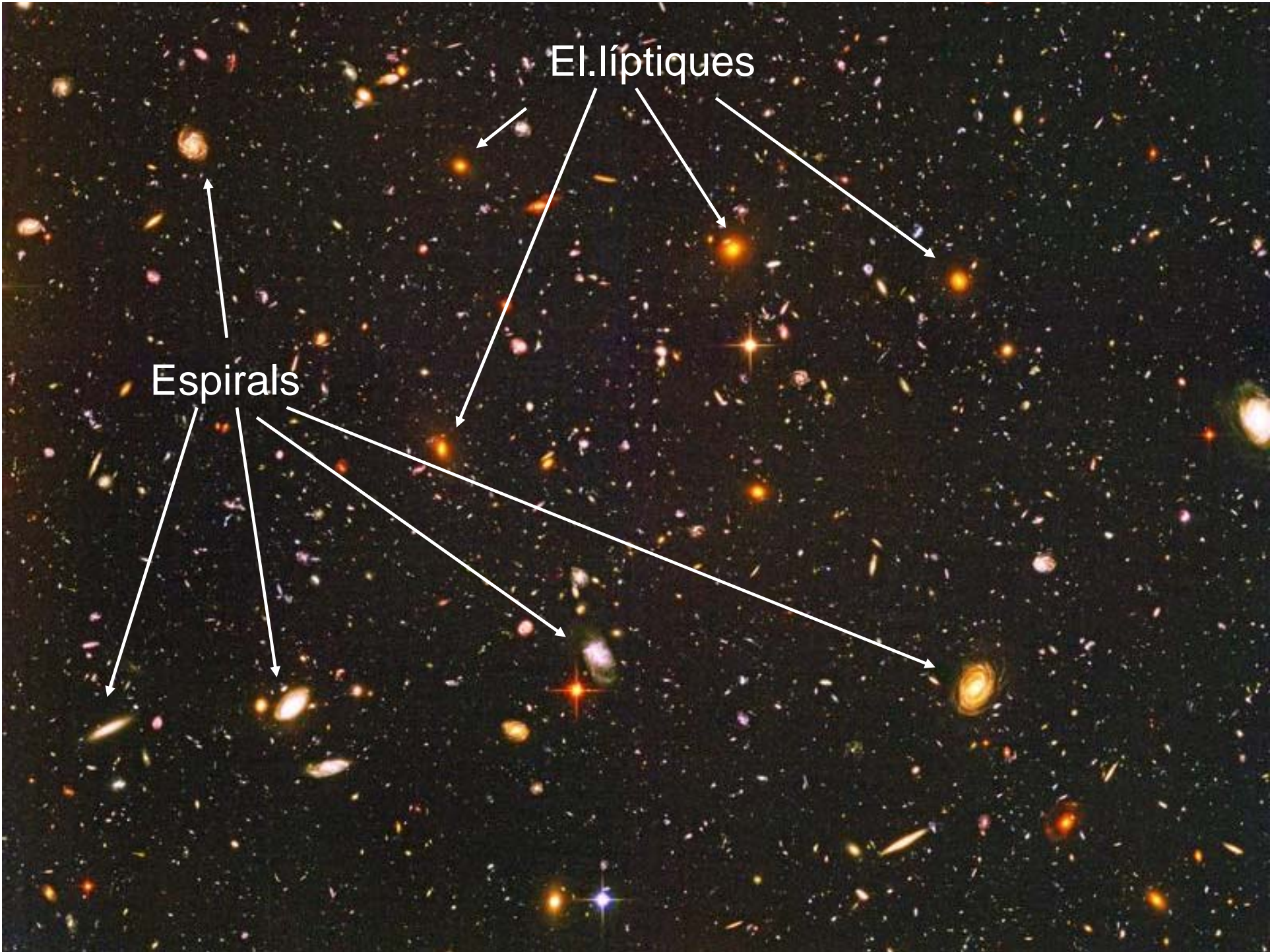
2. El Sol

3. La Via Làctia

4. Les altres galàxies i l'univers

La Via Làctia

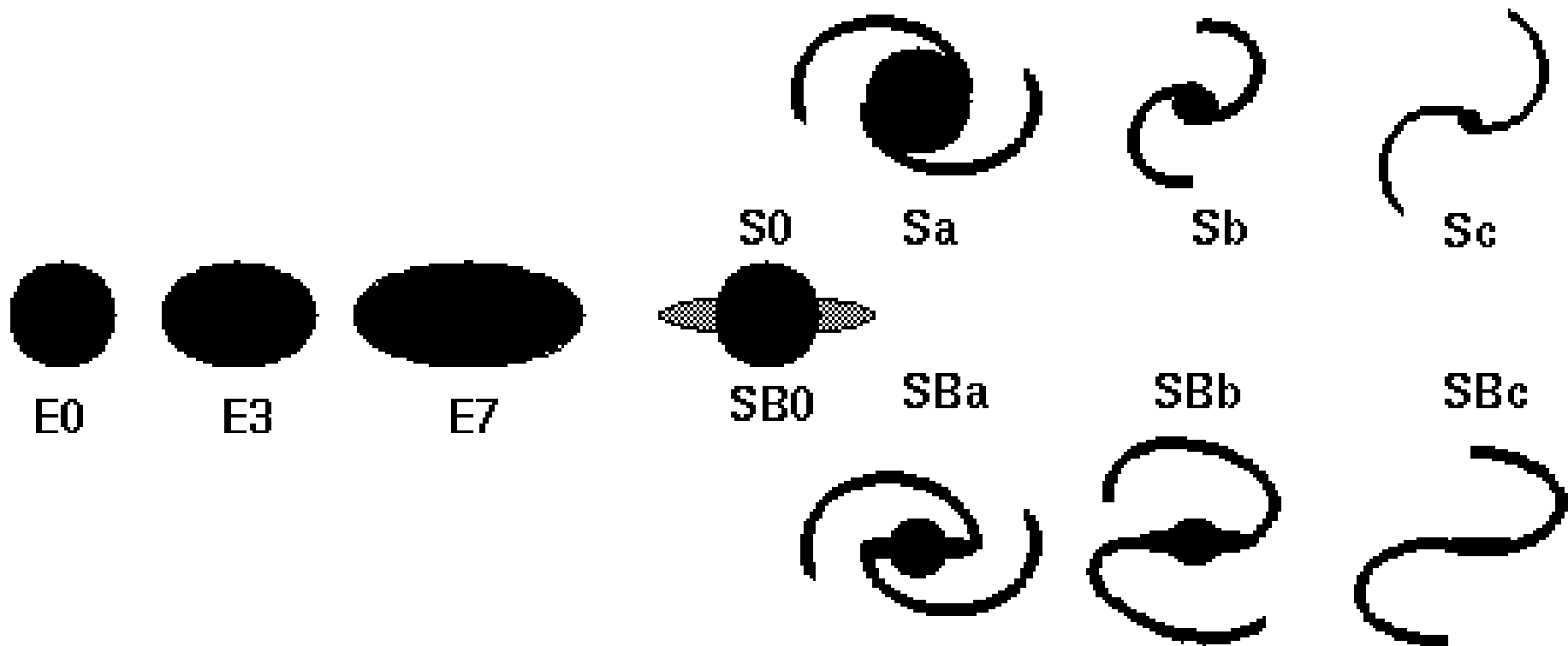




El.íptiques

Espirals

Classificació de Hubble



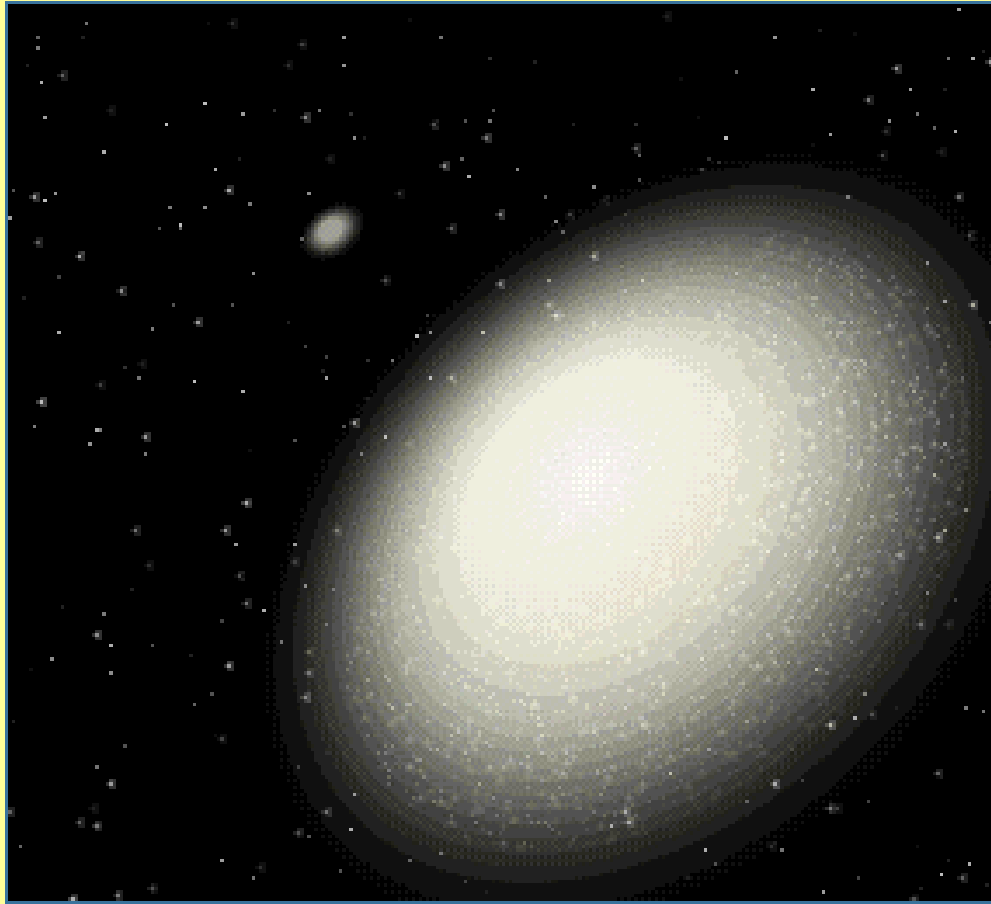


M87

AAT 60

Leo I





M84, lenticular

NGC4565 Sb



Sombrero Galaxy • M104

M104 Sa

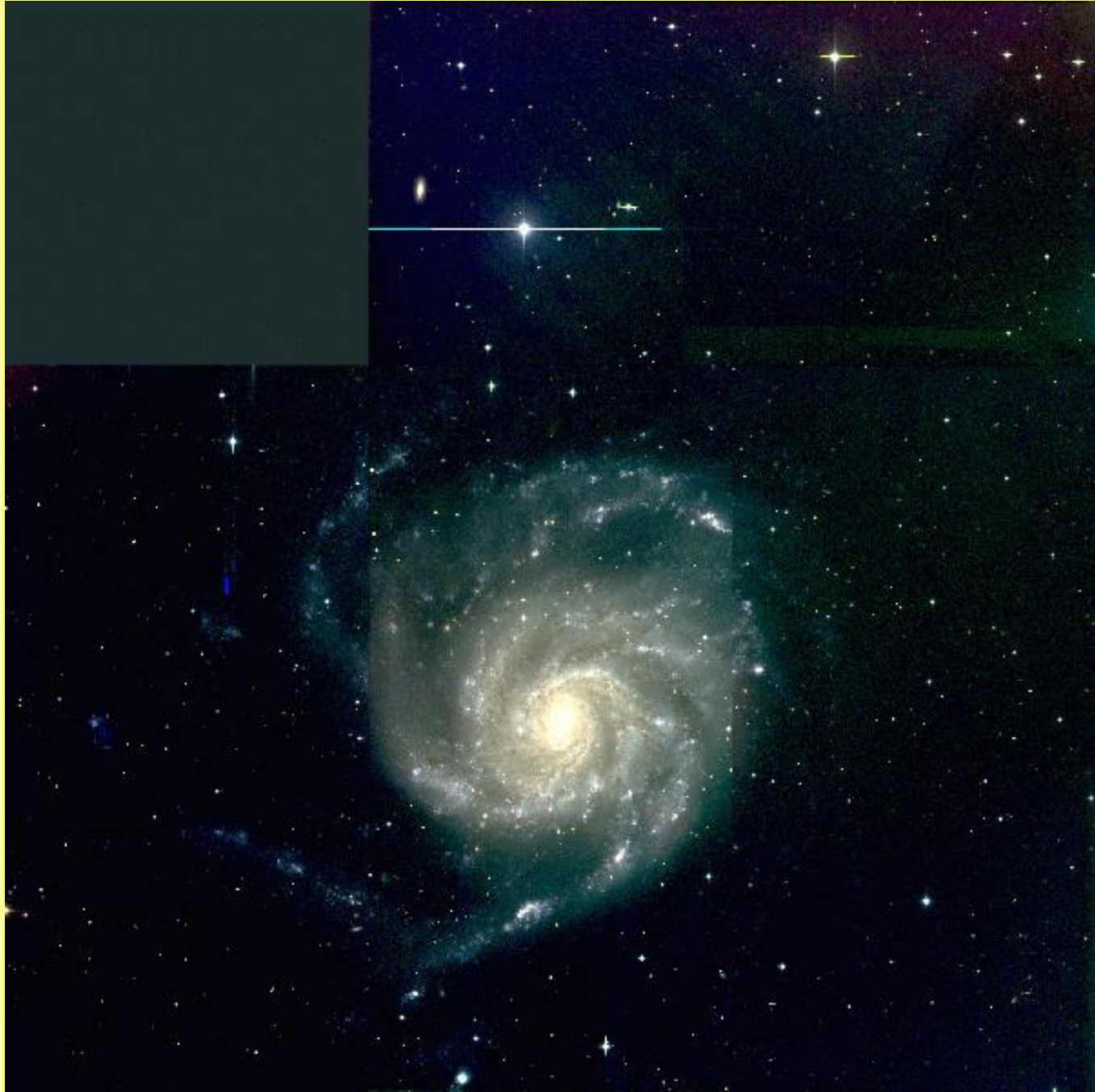


Hubble
Heritage

M81 Sb



M101





NGC2997 Sc



©Anglo-Australian Observatory

Spiral Galaxy NGC 3949

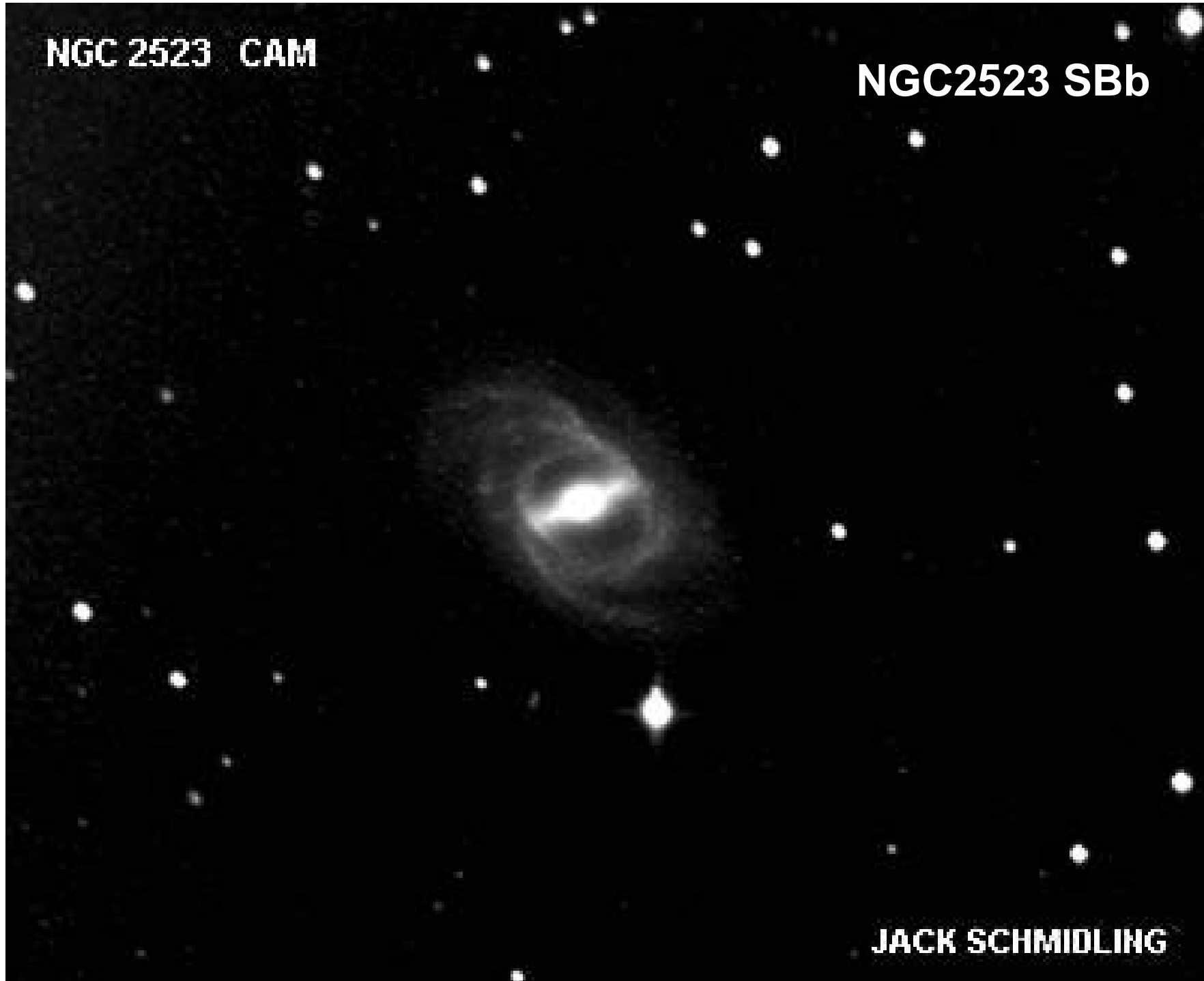


Hubble
Heritage

NGC 2523 CAM

NGC2523 SBb

JACK SCHMIDLING



NGC1300
SBb



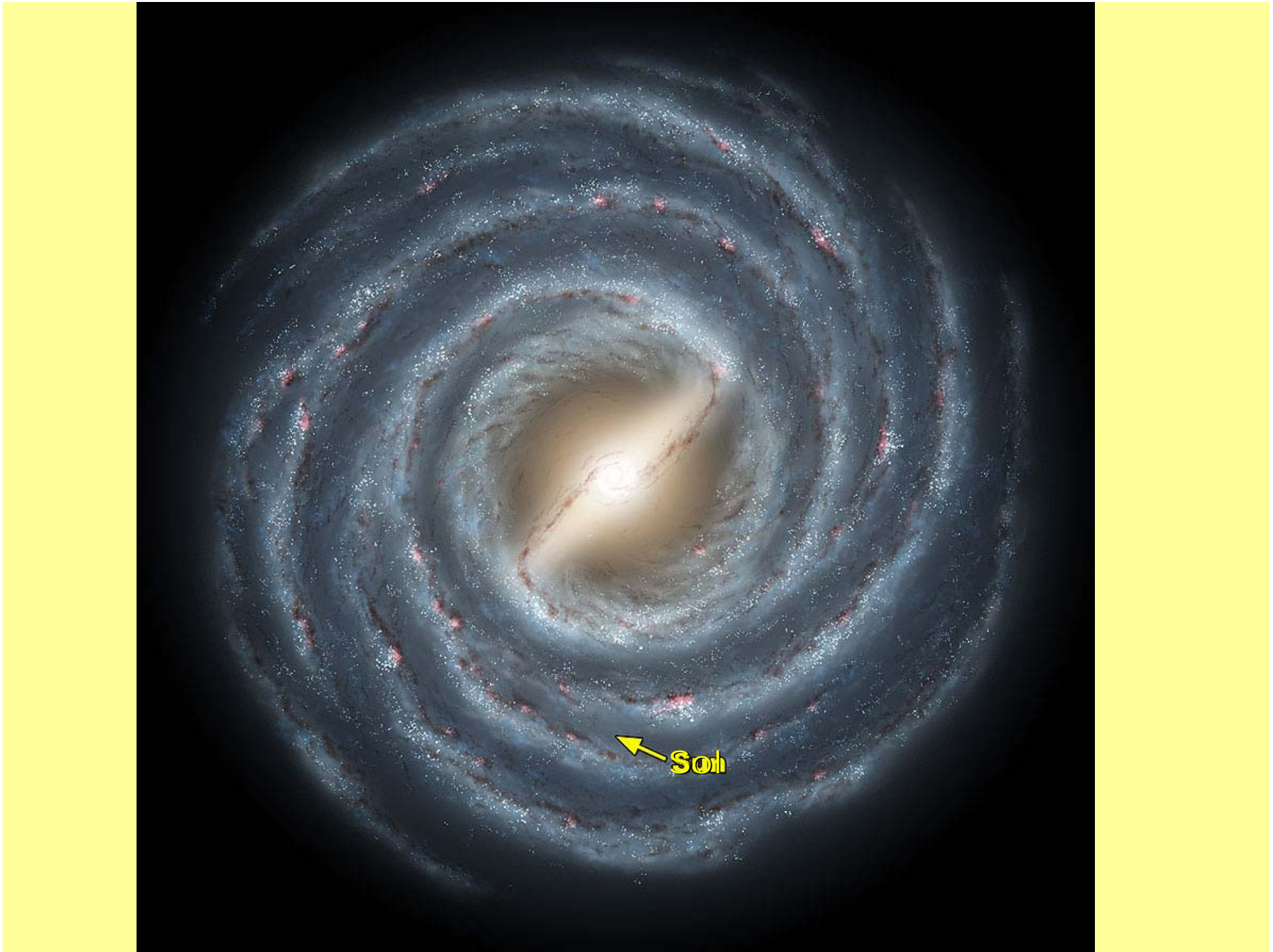


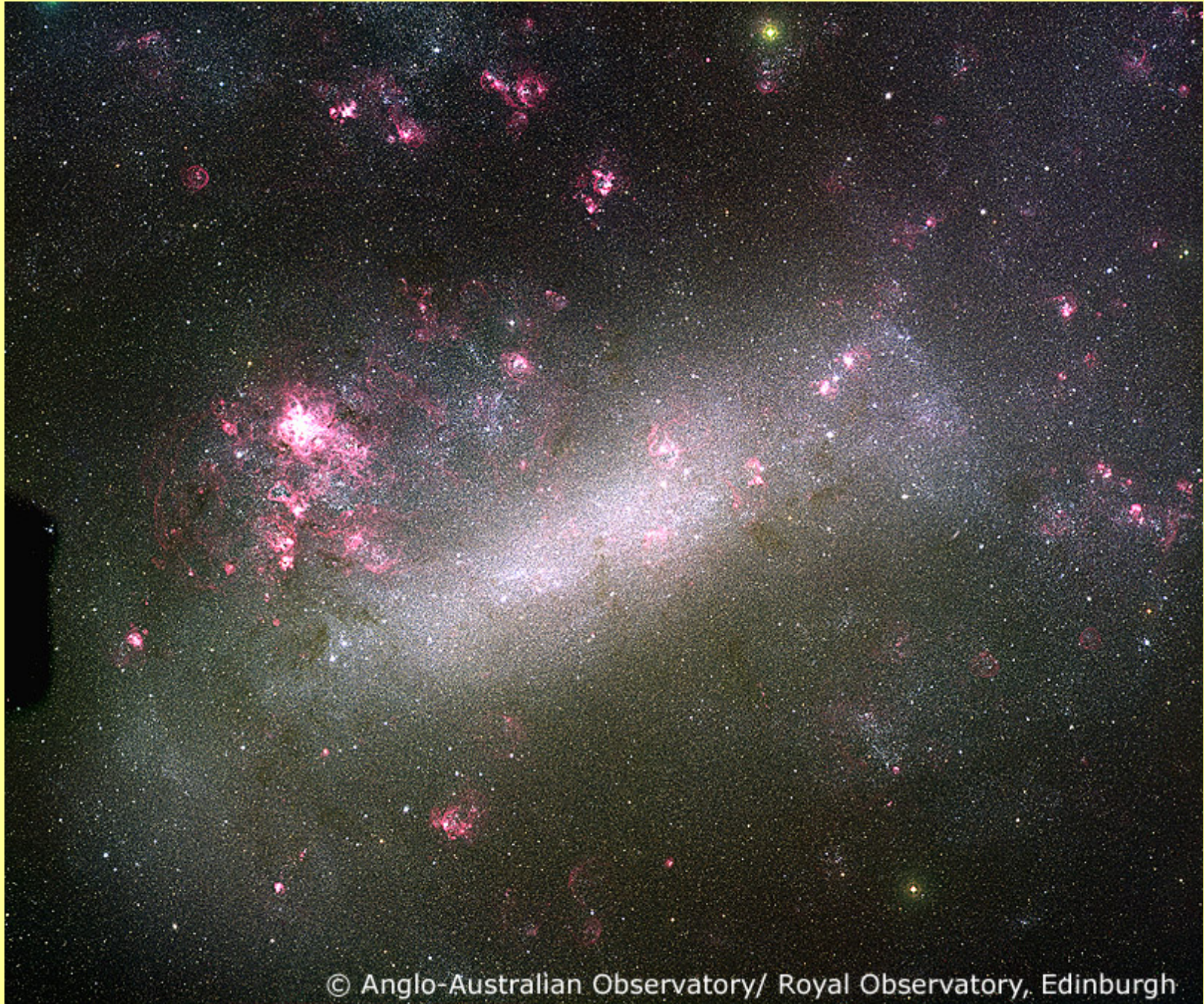
ESO PR Photo 08a/99 (27 February 1999)

Barred Galaxy NGC 1365
(VLT UT1 + FORS1)

© European Southern Observatory





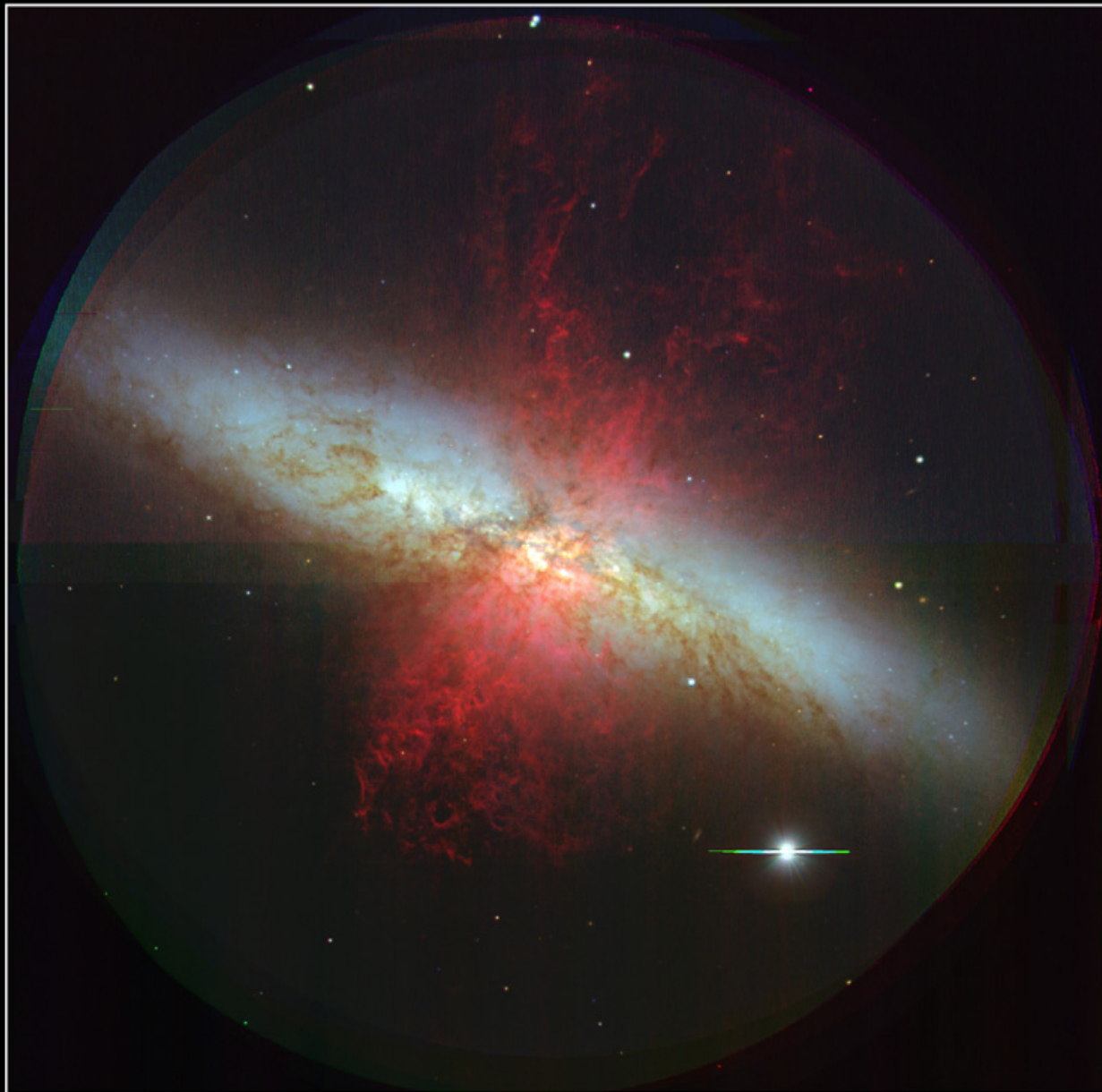


© Anglo-Australian Observatory/ Royal Observatory, Edinburgh



UKS 17

Irregular



M 82 (NGC 3034)

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan

FOCAS (B, V, H α)

March 24, 2000

Copyright© 2000 National Astronomical Observatory of Japan, all rights reserved

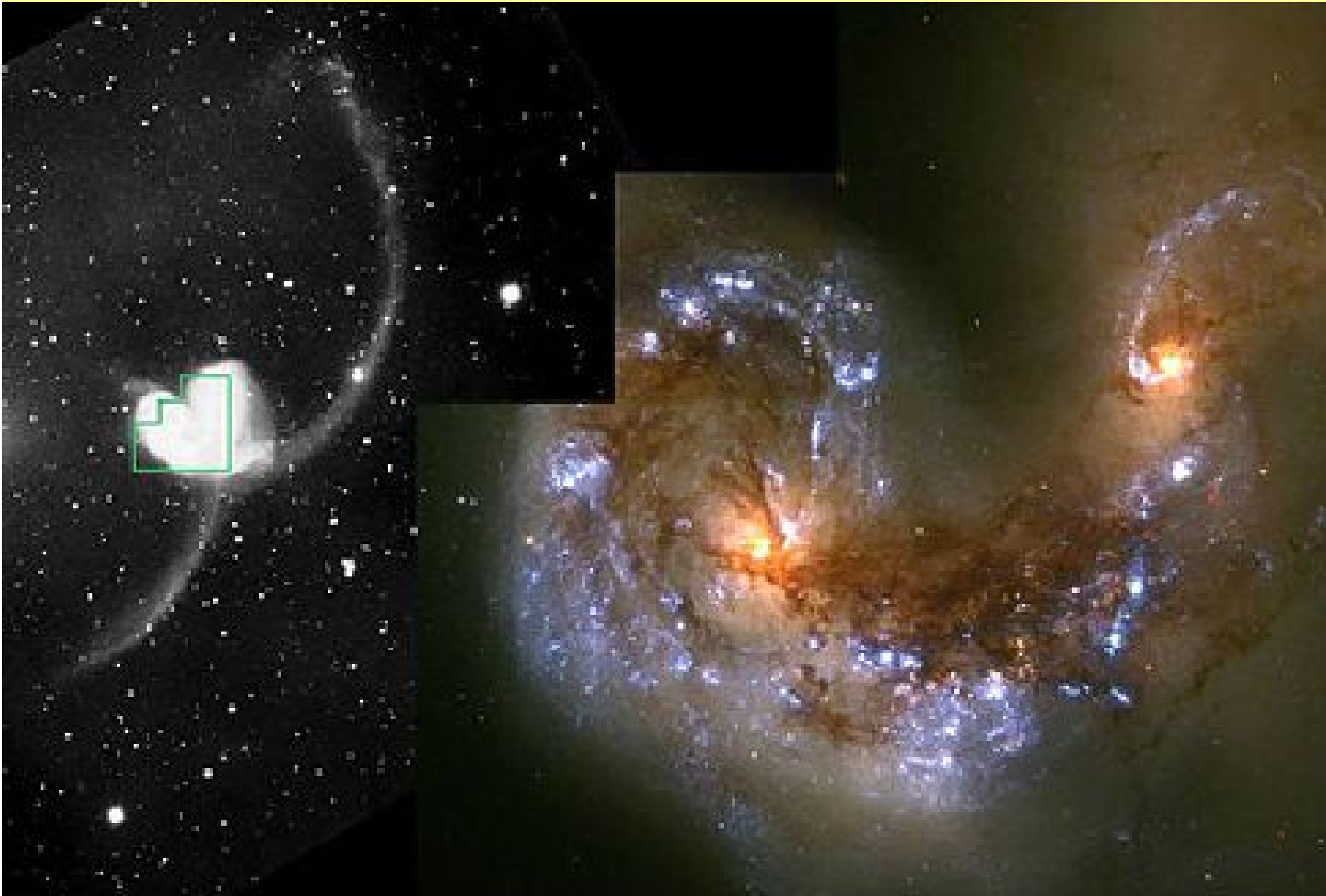
M51 Sc



Galaxies NGC 2207 and IC 2163



Hubble
Heritage





S'agrupen en grups, cúmuls i supercúmuls

Es mouen dins de l'agrupació

Cúmulo de Virgo d=15 Mpc



Cúmulo de Coma $d=90$ Mpc





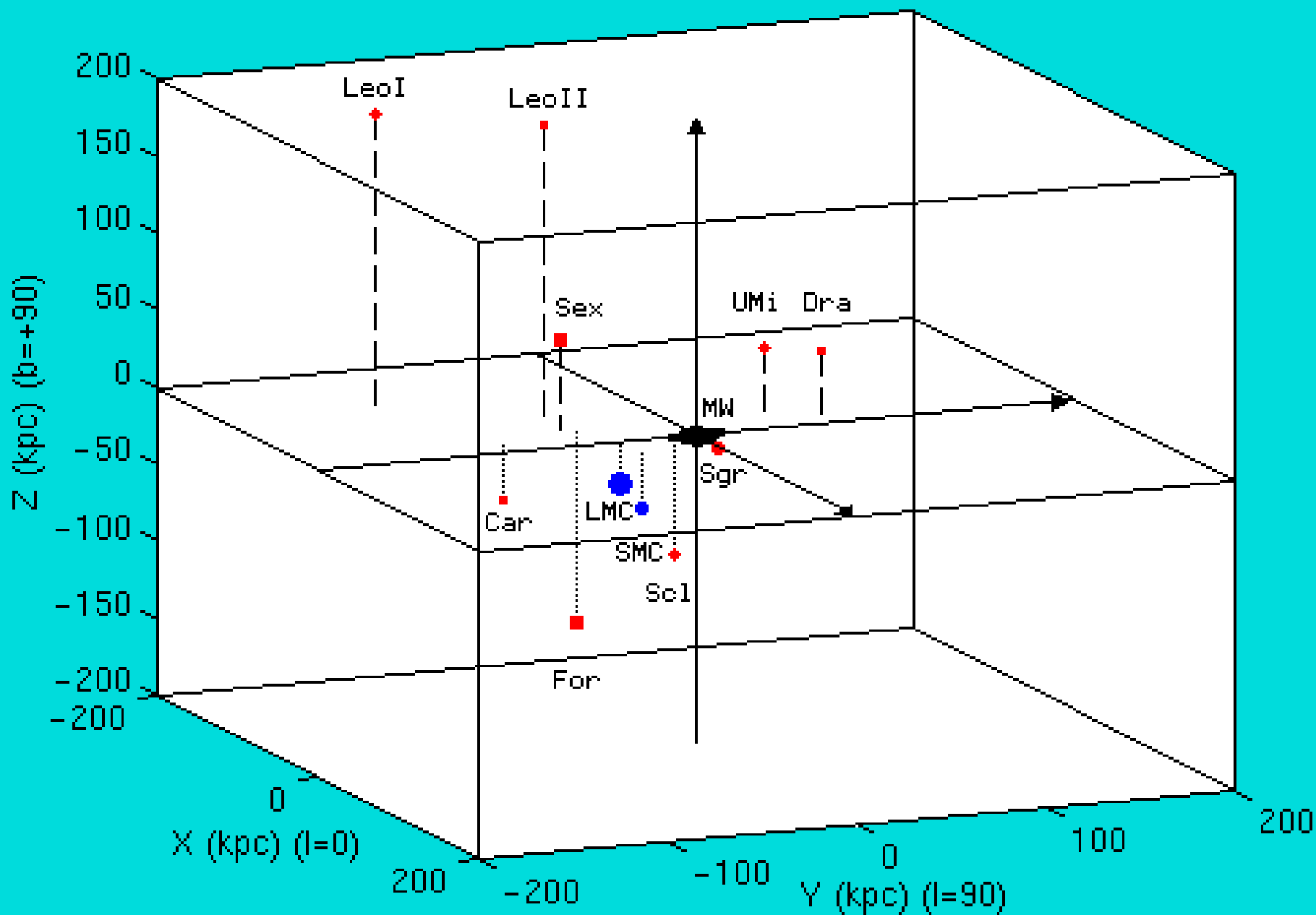
Gravitational Lens in Abell 2218

HST · WFPC2

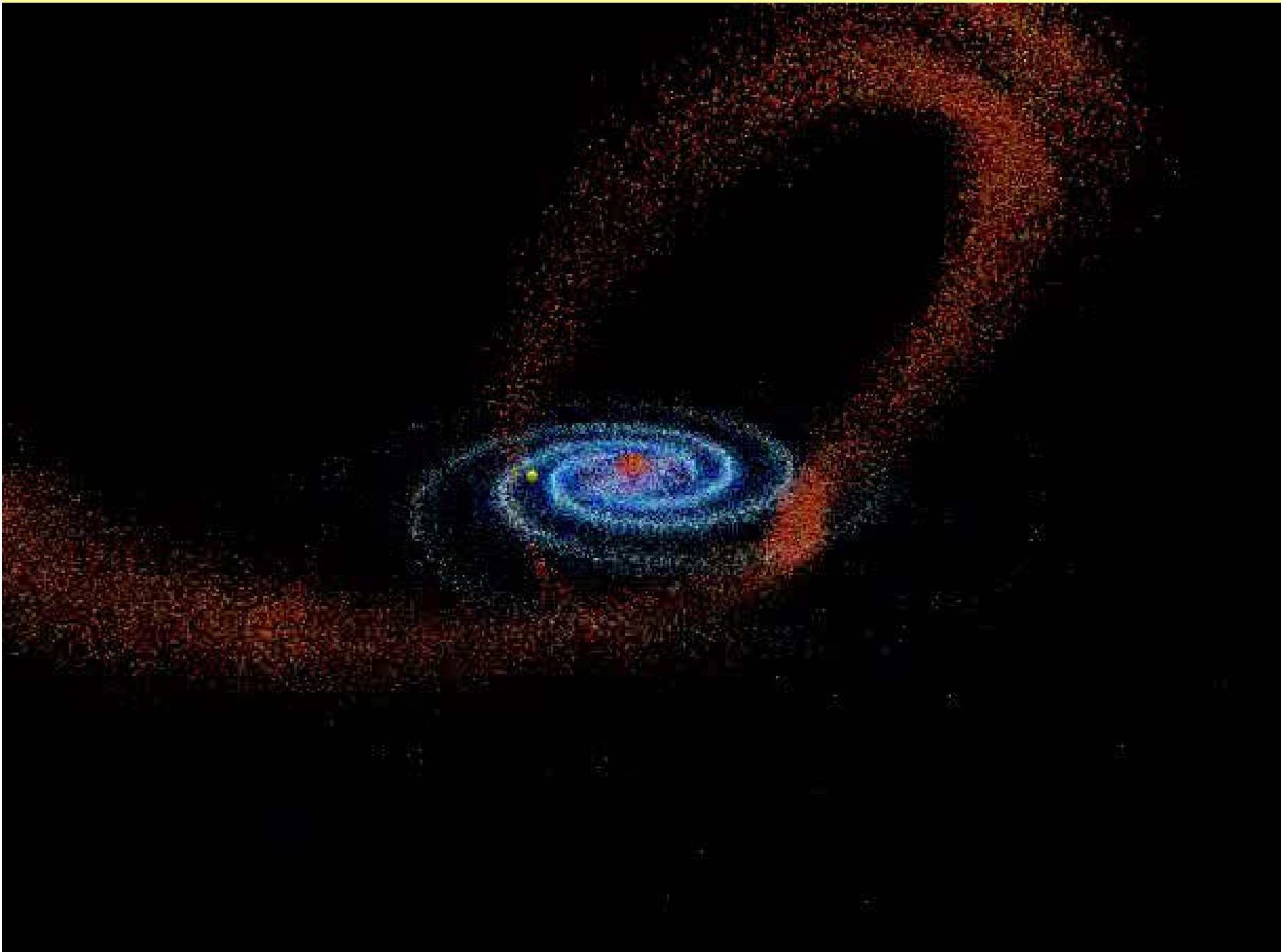
PF95-14 · ST ScI OPO · April 5, 1995 · W. Couch (UNSW), NASA

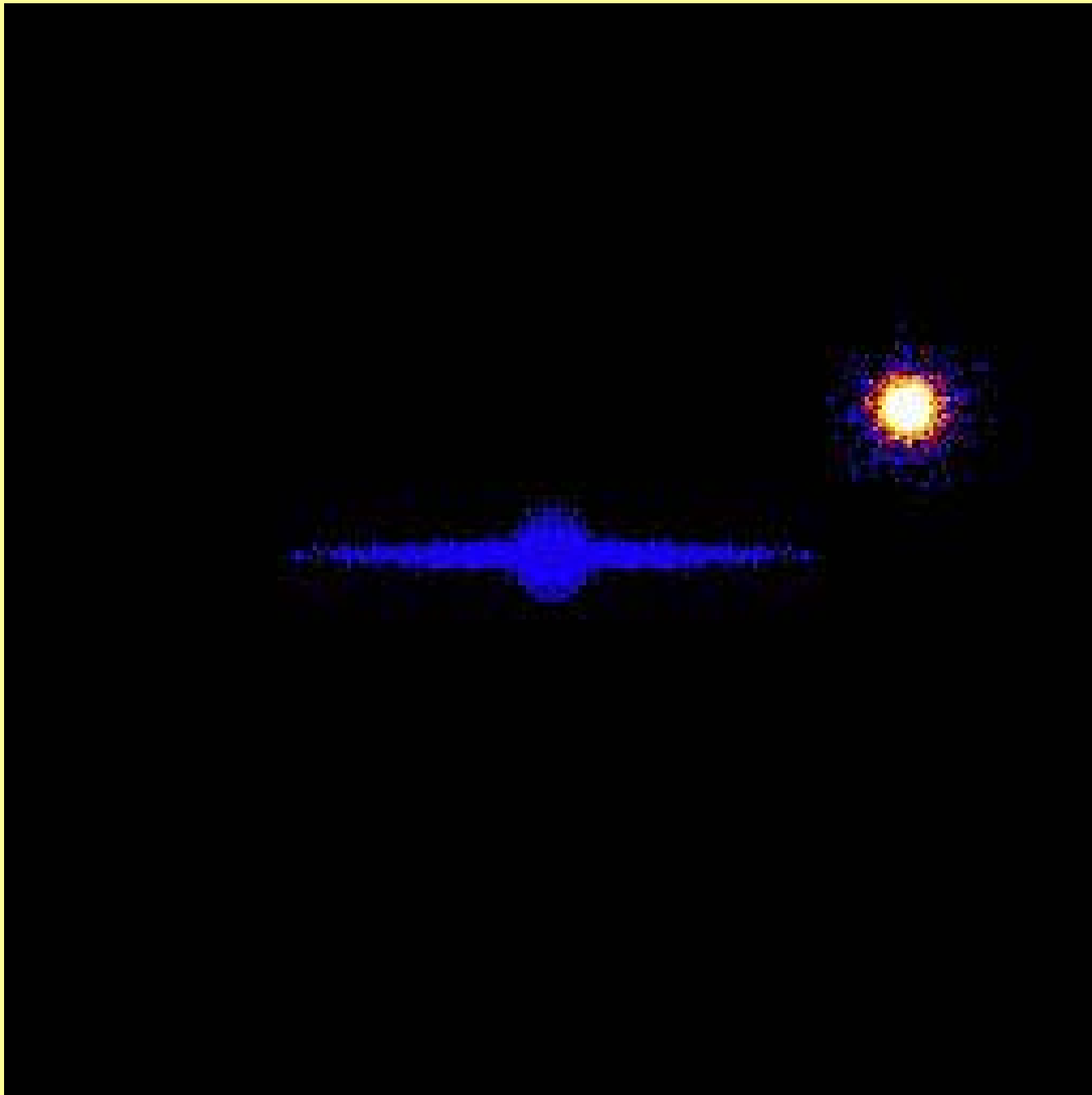
El nostre grup:

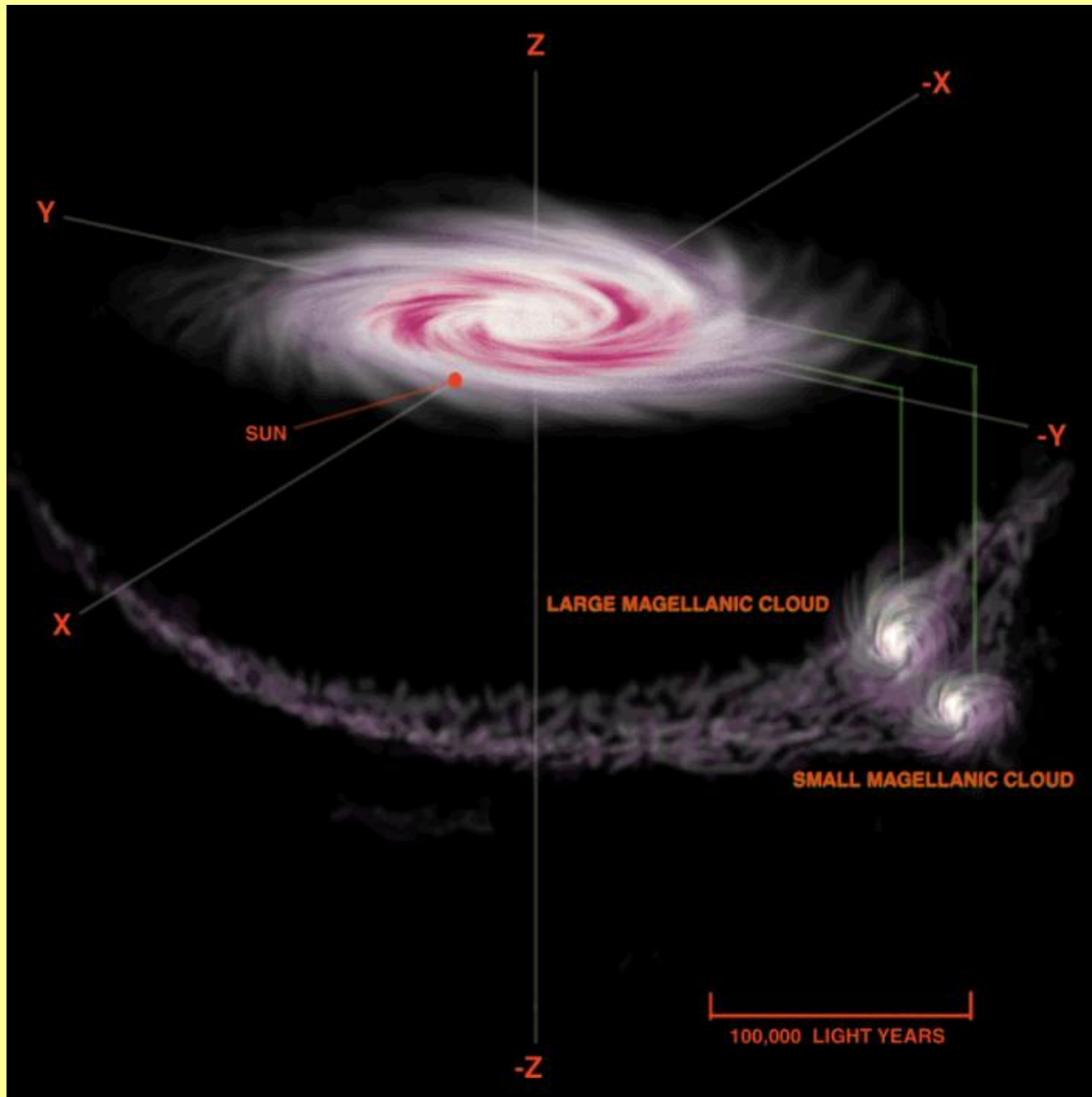
**3 galàxies espirals
una trentena de galàxies petites**







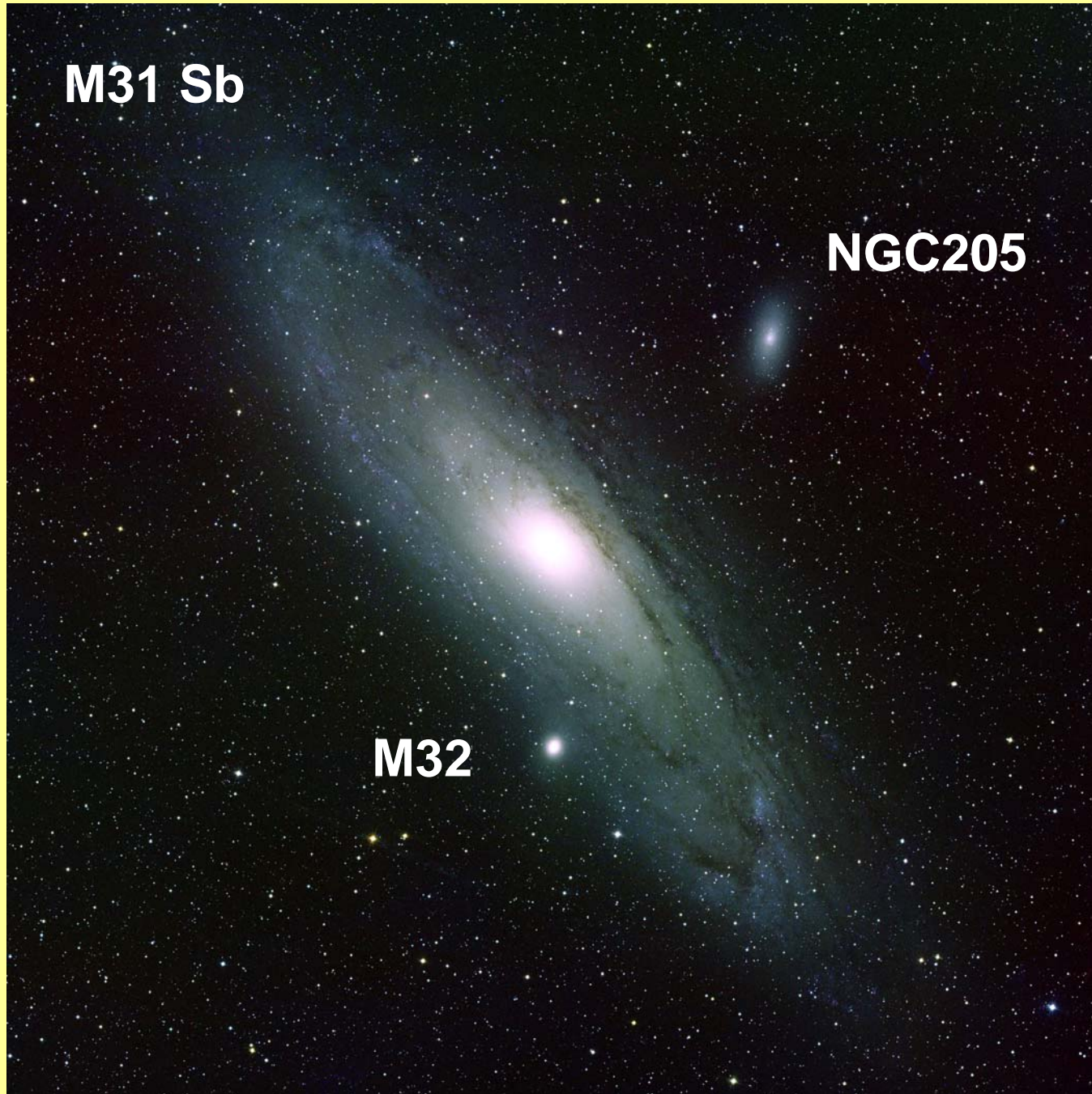




M31 Sb

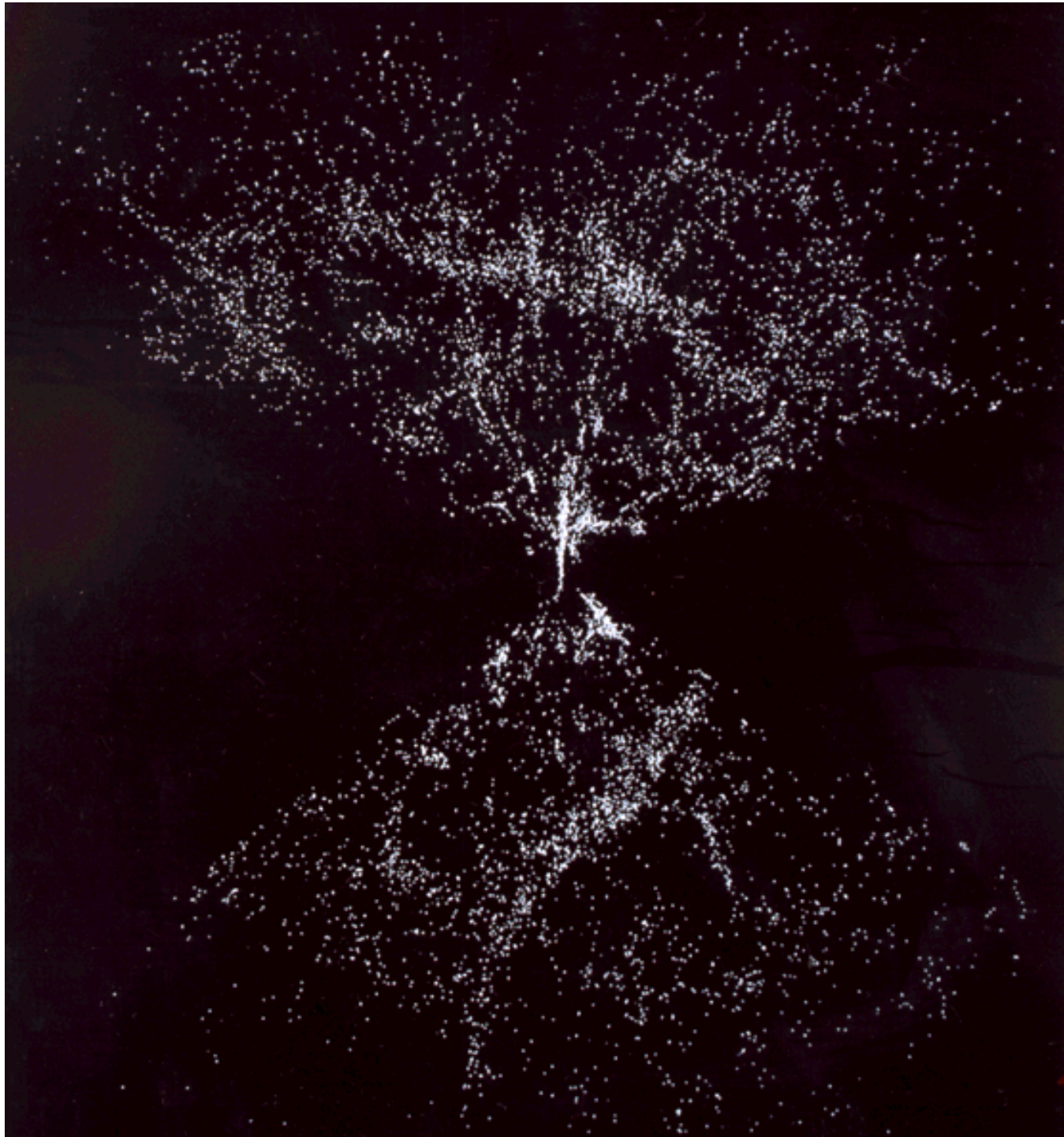
NGC205

M32





M33 © IAC/RGO/Malin
Photo from Isaac Newton Telescope plates by David Malin



Xarxa còsmica

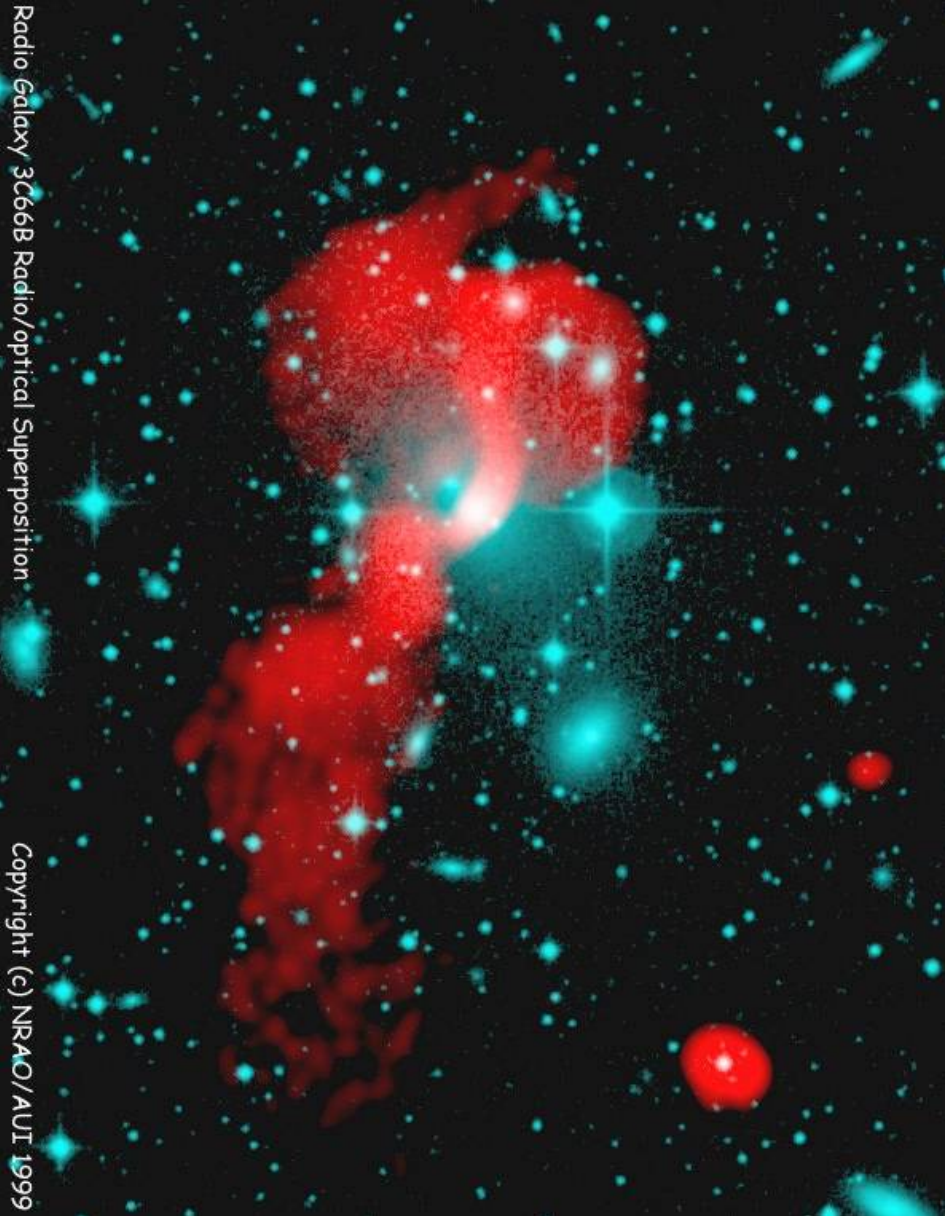
Omple l'univers de
forma homogènia

Als nusos hi ha els
cúmuls de galàxies

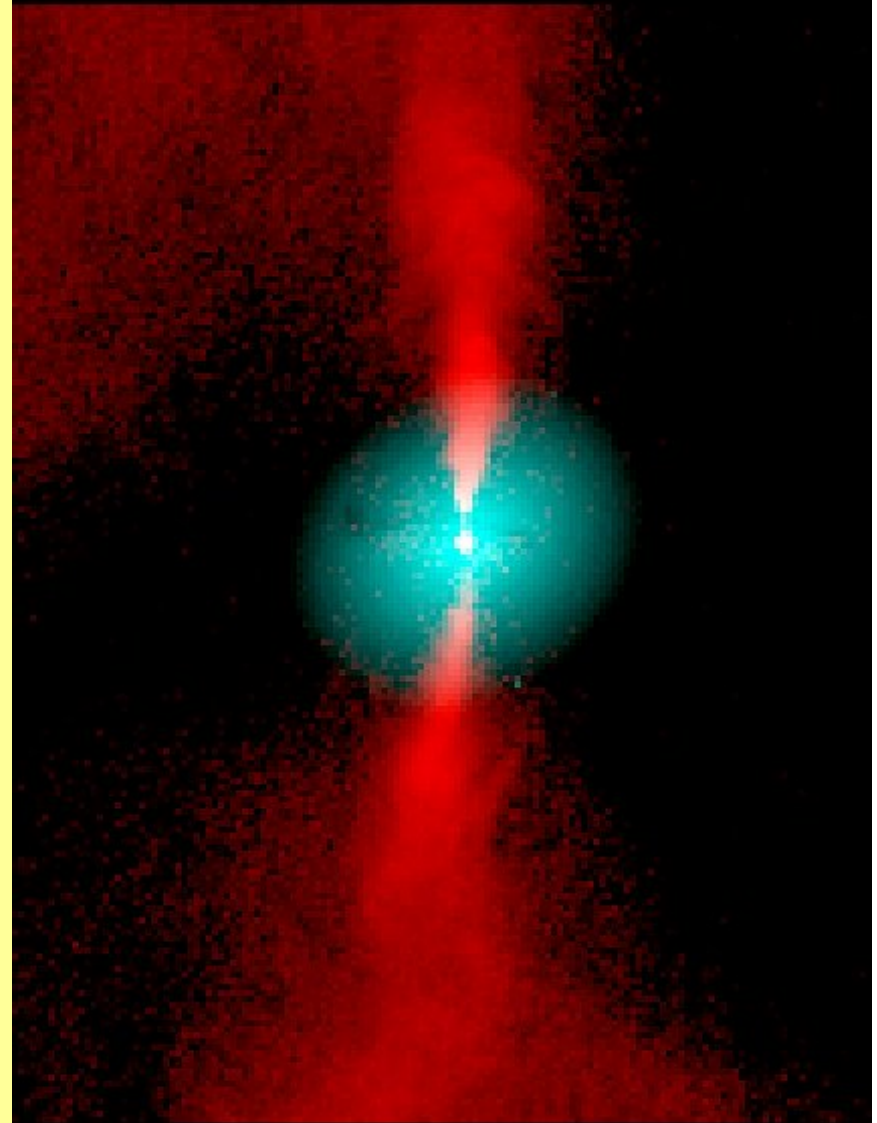
Quasar

Radio Galaxy 3C66B Radio/optical Superposition

Copyright (c) NRAO/AUI 1999



Radio Galaxy 3C272.1 = M84 = NGC4374
Radio/optical superposition



Copyright (c) NRAO/AUI 1999

Matèria fosca

- No emet ni reflecteix suficient llum per a ser observable
- Només es detecta pels seus efectes gravitatoris sobre matèria lluminosa
- És el 85% de la matèria de l'univers !
- Composició desconeguda:
 - bariònica: protons+neutrons
 - no bariònica: neutrins + altres

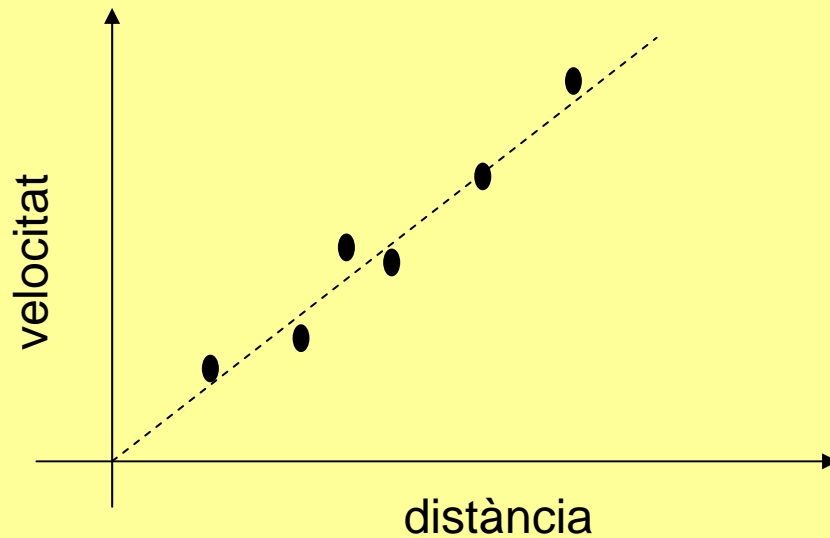
Resum

- el·líptiques, lenticulars: sense gas
- espirals, irregulars: amb gas
- grans, petites
- amb i sense formació estel·lar
- amb i sense interacció amb veïnes
- totes tenen rotació
- matèria lluminosa + matèria fosca

Univers

Hubble

L'univers s'expandeix (corriment al roig)



Velocitat = constant · distància
 $v = H_0 d$

$H_0 = 71 \text{ km/s/Mpc}$

1 Mpc = 3,26 milions d'anys-llum

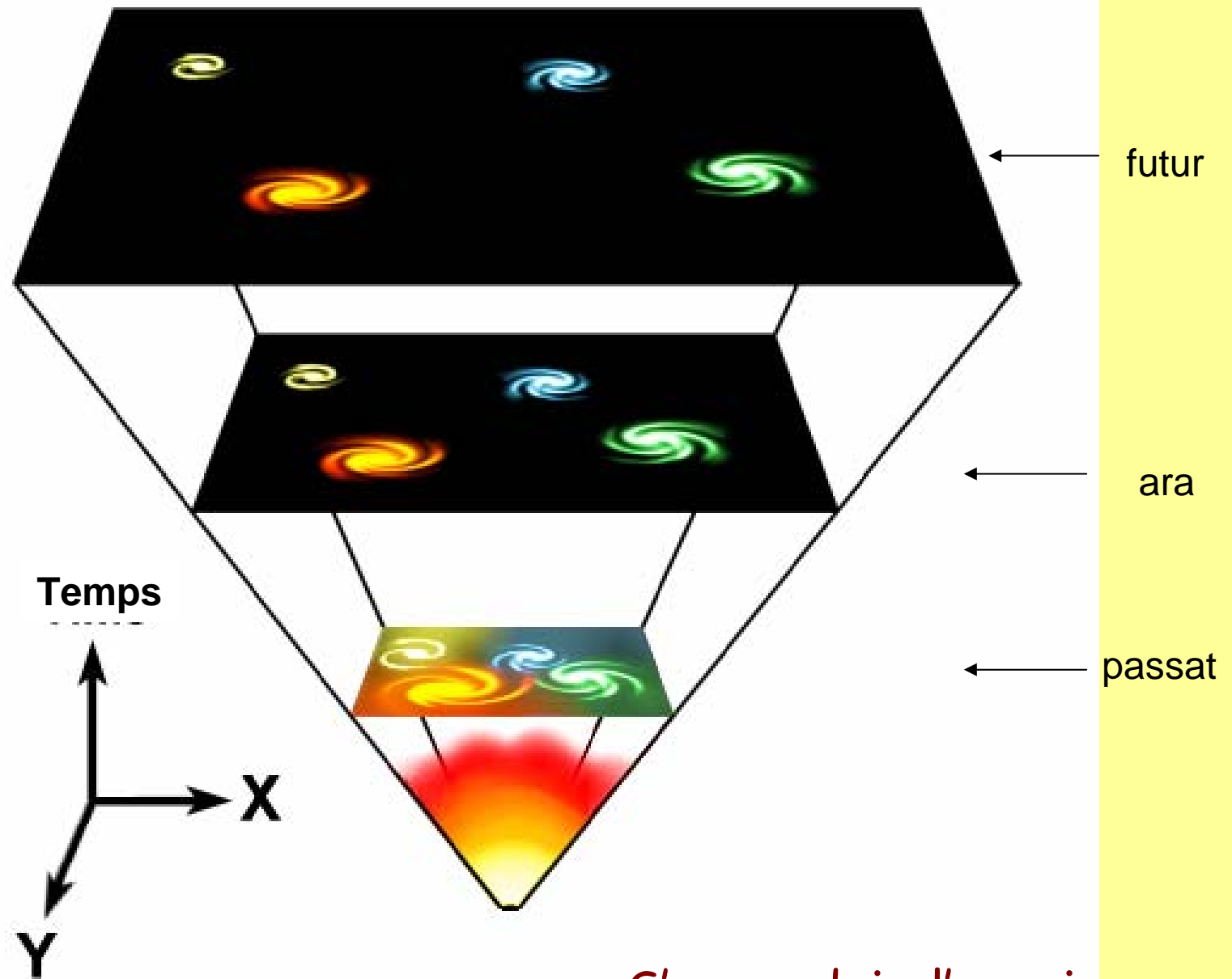
Einstein: Relativitat General; constant cosmològica

les propietats de l'univers són iguals a tot arreu

- cap lloc de l'univers és privilegiat
- no hi ha centre
- en totes direccions es veu el mateix
- des de tot arreu es veu el mateix

Homogeni i isòtrop

L'univers s'expandeix



S'expandeix l'espai

Gran explosió: Big Bang

NO és una "explosió" en un espai que ja existeix !!!!

Gran explosió: Big Bang

Big Bang= model que diu que l'univers s'ha expandit fins a l'estat actual a partir d'un estat primordial amb densitat i temperatura infinites

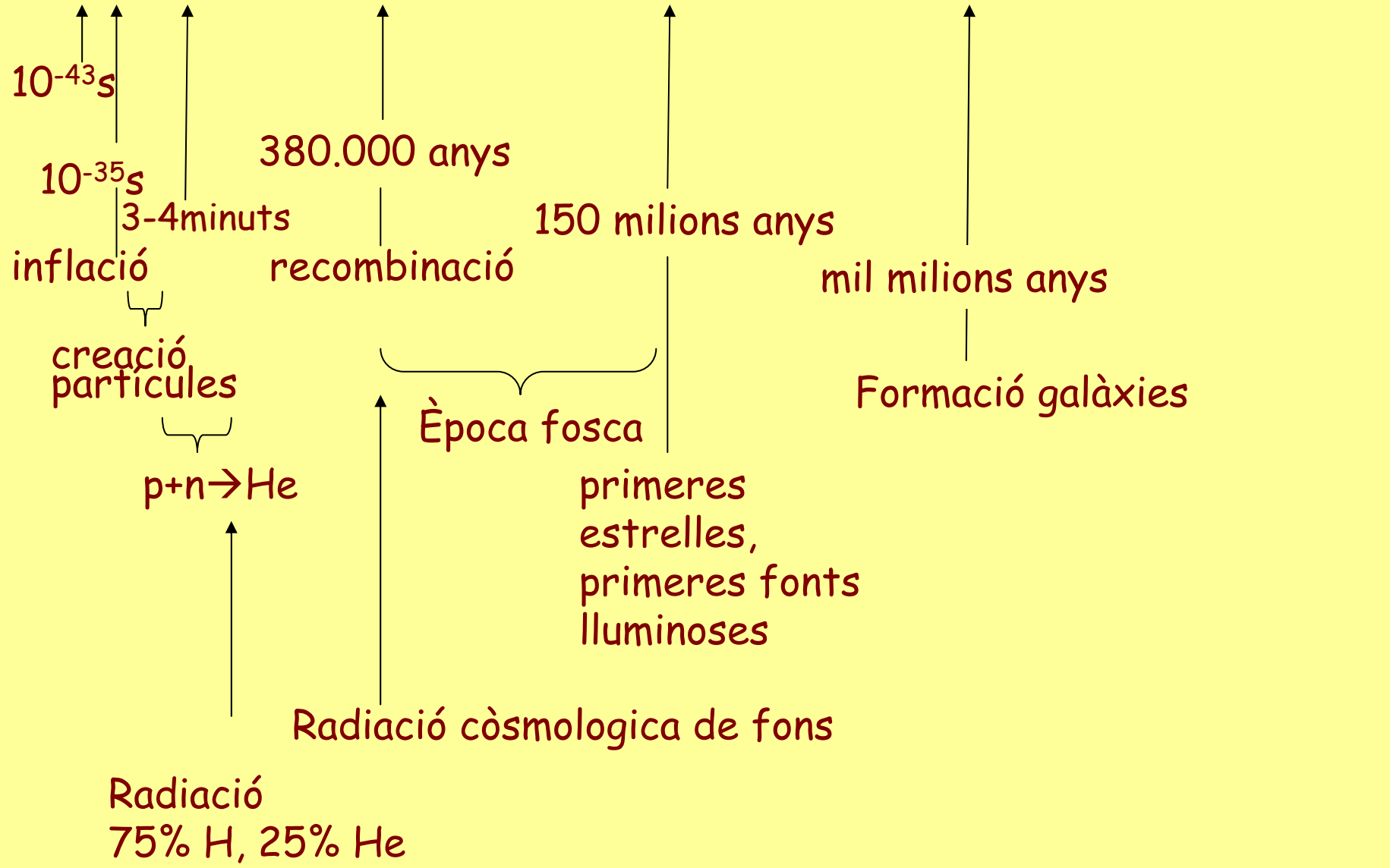
Teoria Relativitat General
Principi cosmològic
Evidències observacionals

Big Bang= instant inicial de l'expansió
13.700 milions d'anys

13,7 mil milions d'anys

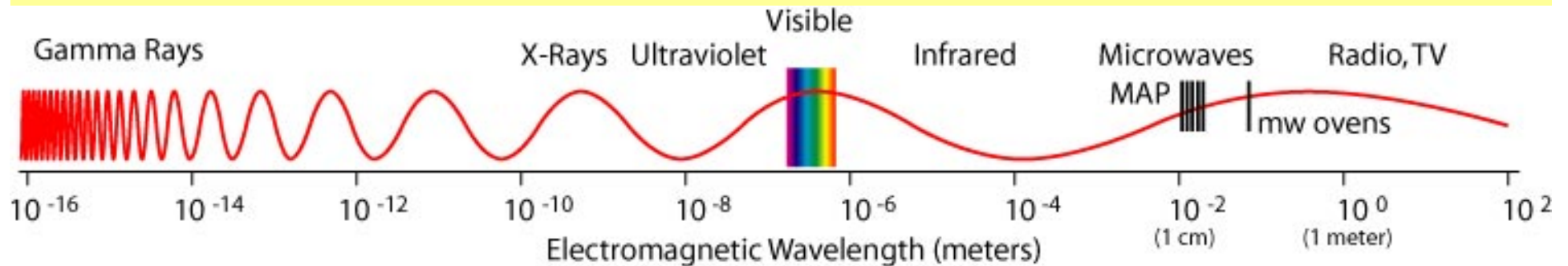
$t=0$

Ara

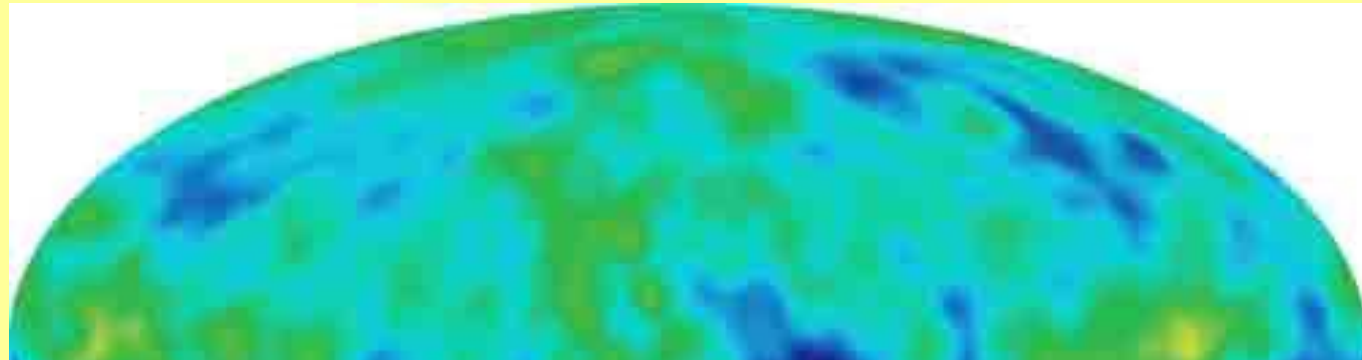


Penzias i Wilson: radiació còsmica de fons

Expansió univers → microones
 $T = -270^{\circ}\text{C}$



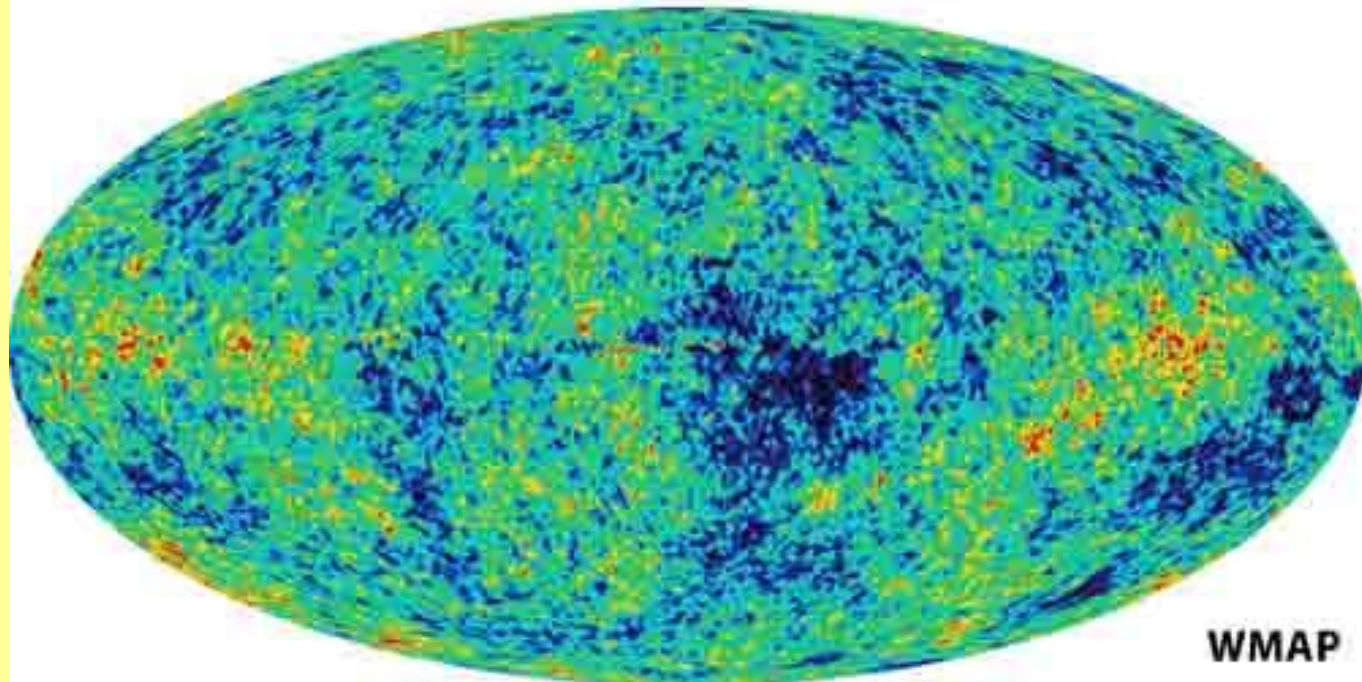
1992



Les fluctuacions de temperatura, indiquen fluctuacions de densitat que són l'embrió de la formació de les galàxies

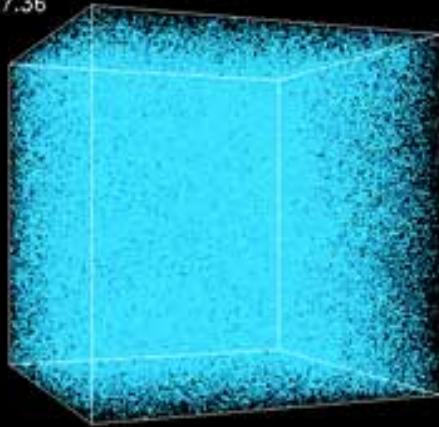
COBE

2002

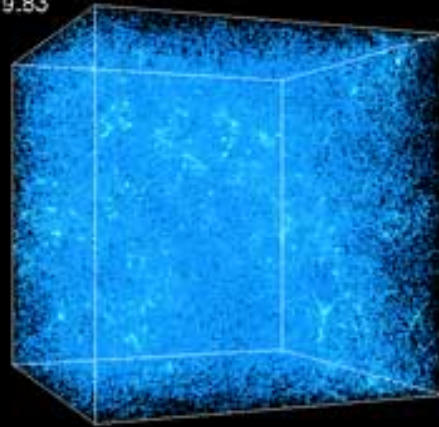


WMAP

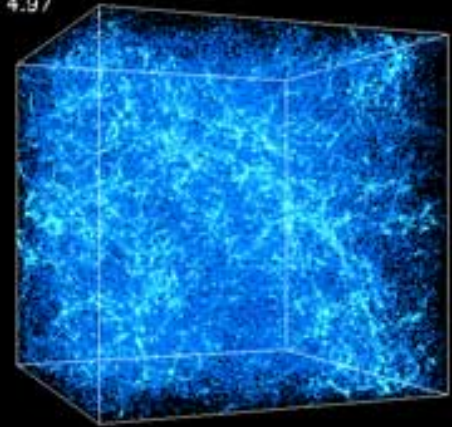
Z=27.36



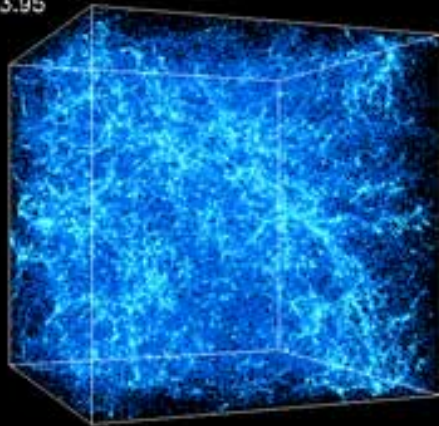
Z= 9.83



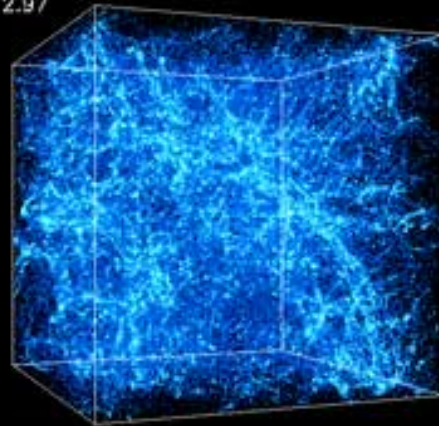
Z= 4.97



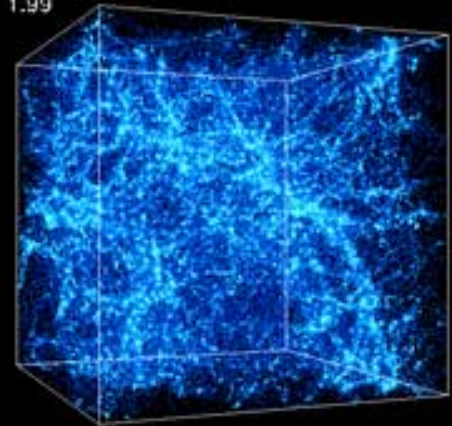
Z= 3.95



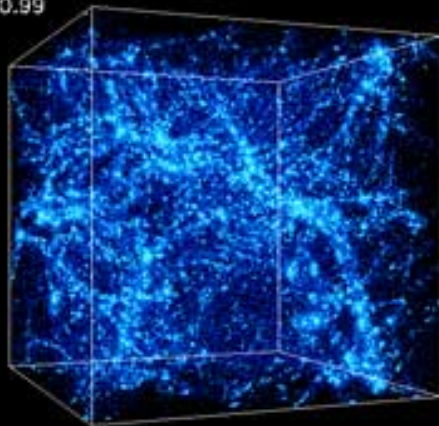
Z= 2.97



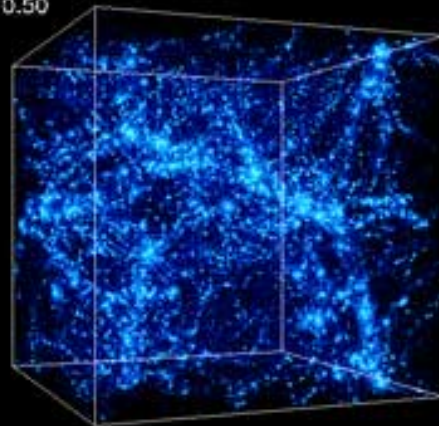
Z= 1.99



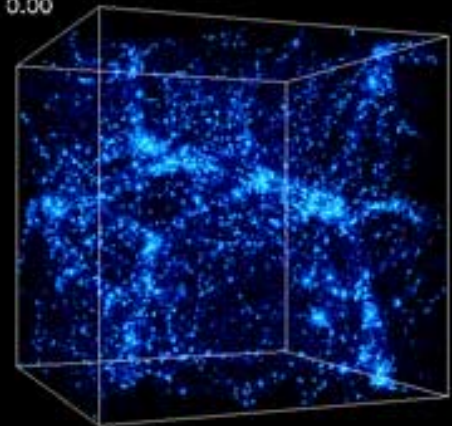
Z= 0.99

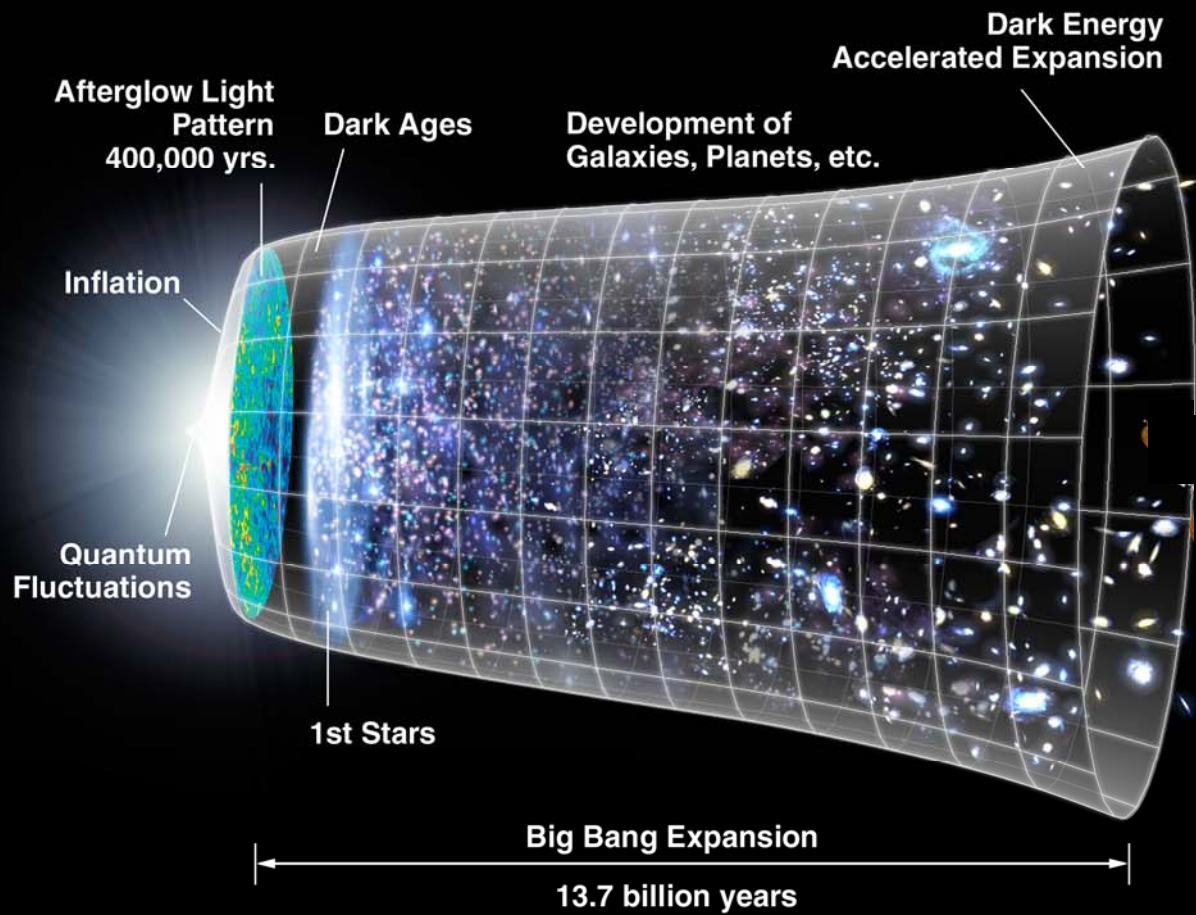


Z= 0.50



Z= 0.00



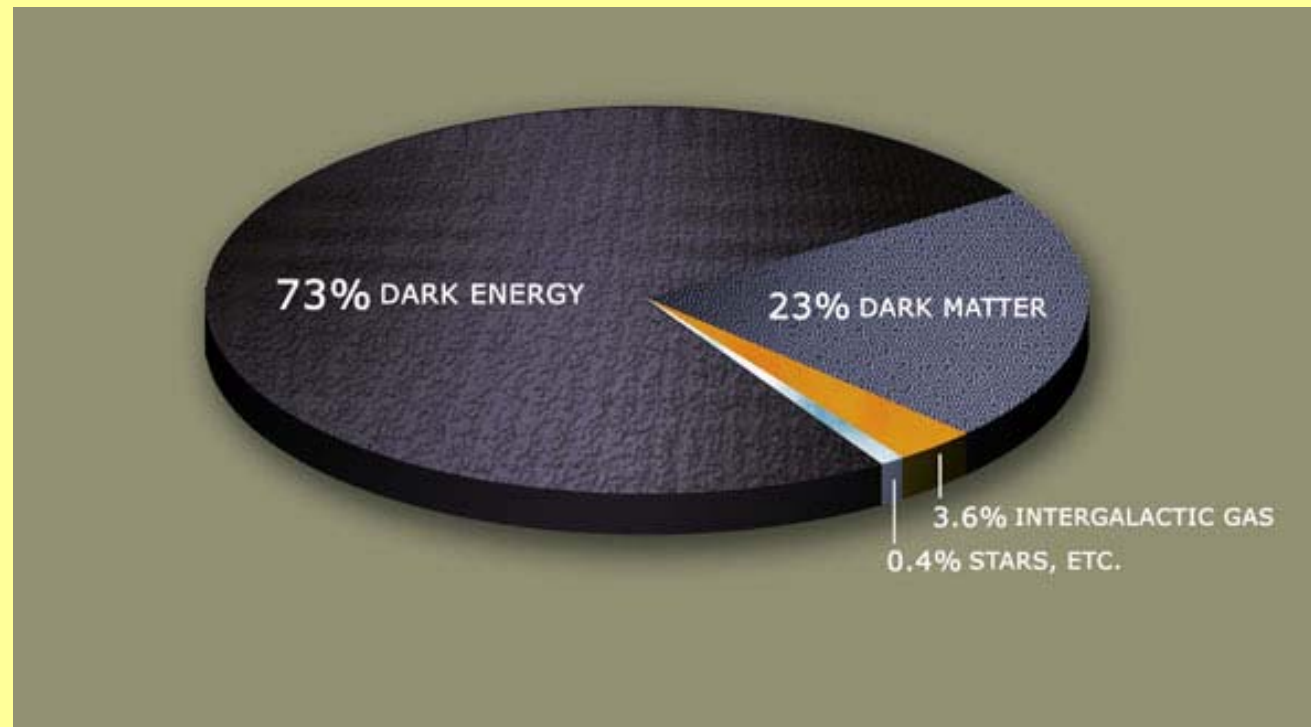


Expansió accelerada !

energia fosca

constant cosmològica no nul·la

quintaessència (energia pressió negativa)



Geometria



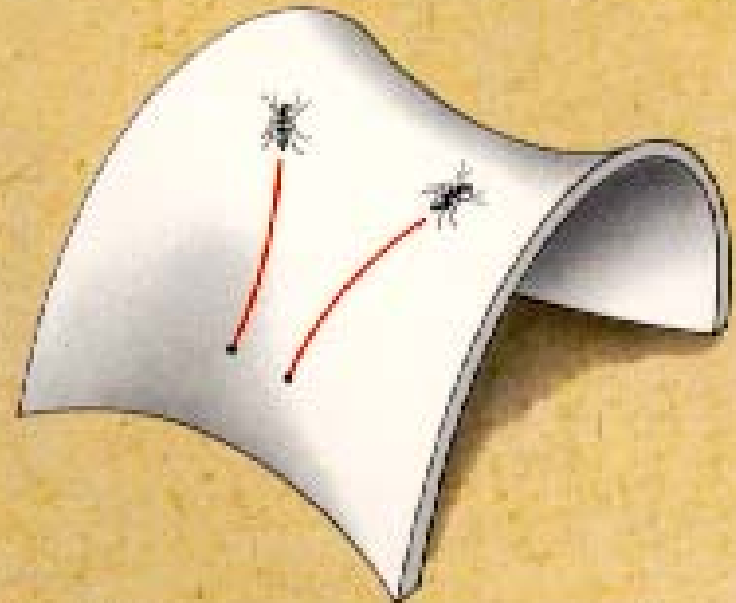
Curvatura nul.la

Pla



Curvatura positiva

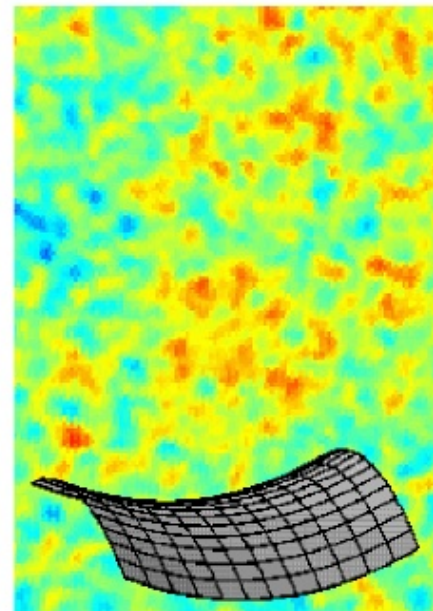
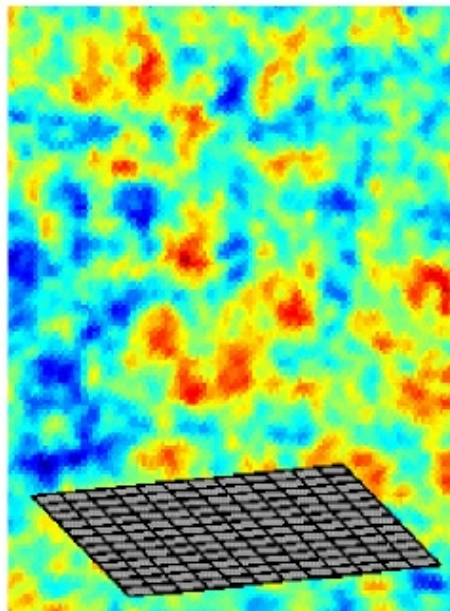
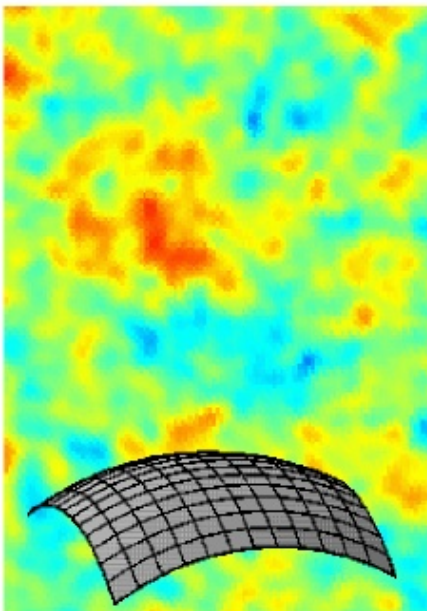
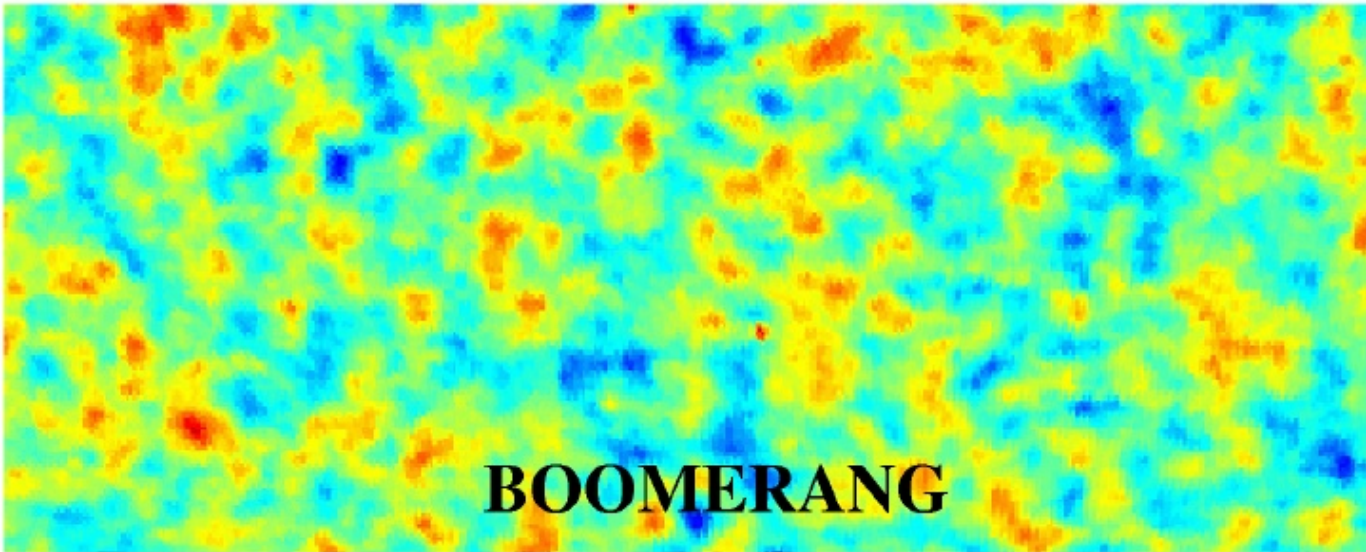
Esfèric



Curvatura negativa

Hiperbòlic

25°



Resum

- Univers pla, infinit
- Univers homogeni, isòtrop
- Univers en expansió **ACCELERADA**
- Univers en expansió per sempre
Però cal conèixer més l'energia fosca per afirmar-ho
- Composició: energia fosca (73%), matèria fosca (23%), matèria lluminosa (4%)

Futur (I)

- Una galàxia:
 - Es van formant estrelles
 - S'esgota el gas → no més formació
 - Les estrelles es van morint (cadàvers)
 - Xoc entre cadàvers estel·lars és molt improbable, però tenim temps infinit → s'ajunten cadàvers
- En un cúmul:
 - Xocs entre galàxies
 - Formació de forats negres supermassius

Futur (II)

- Sense energia fosca, l'expansió es frena:
 1. S'atura i torna a col·lapsar: Big Crunch
 2. Es va frenant però mai s'atura
- Amb energia fosca, l'expansió s'accelera:
 - Cúmuls de galàxies traspassen el nostre horitzó
 - El propi cúmul queda dins de l'horitzó
- Els forats negres s'evaporen?
 - massa sol $\rightarrow 10^{67}$ anys
 - 10^{11} masses sol $\rightarrow 3000$ milions d'anys